

**ERGÄNZENDE ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE
ARTICULATIONES MEMBRI PELVINI DER HAUSKATZE
(FELIS SILVESTRIS F. DOMESTICA)**

Astrid Quecke

Disbui. München
1988





Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Tieranatomie
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Lehrstuhl: Prof. Dr. B. Vollmerhaus

Arbeit angefertigt unter Leitung
von Professor Dr. B. Vollmerhaus

ERGÄNZENDE ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN
ÜBER DIE
ARTICULATIONES MEMBRI PELVINI DER HAUSKATZE
(FELIS SILVESTRIS F. DOMESTICA)

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Astrid Quecke
aus Hamburg

München 1988

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. M. Rüsse

Referent: Prof. Dr. B. Vollmerhaus

Korreferent: Prof. Dr. Dr. habil. U. Matis

Tag der Promotion: 26. Februar 1988



drucken + binden
gmbh
Schellingstraße 23
8000 München 40
☎ 089/28 44 45

Meinen Eltern
und Zindi

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	1
2.	Literatur	2
2.1.	Der passive Bewegungsapparat der Hintergliedmaße des Hundes und insbesondere der Katze	2
2.1.1.	Articulatio coxae	2
2.1.2.	Articulatio genus	6
2.1.2.1.	Articulatio femorotibialis	6
2.1.2.2.	Articulatio femoropatellaris	11
2.1.3.	Articulatio tibiofibularis proximalis et distalis	13
2.1.4.	Articulatio tarsi	15
2.1.5.	Articulationes intermetatarsee	15
2.1.6.	Articulationes metatarsophalangeae Articulationes interphalangeae proximales et distales pedis.	16
2.1.7.	Ossa sesamoidea	21
2.1.8.	Verbindung der Zehen miteinander Bandapparat des Sohlen - und der Zehenballen	22
2.1.9.	Röntgenanatomie	23
2.2.	Andere Feliden, Wildkatzen	23
2.3.	Gelenkmechanik	26
3.	Material und Methodik	29
3.1.	Deskriptiver Teil	29
3.2.	Funktioneller Teil	30
3.2.1.	Bänderpräparate	30
3.2.2.	Muskelpräparate	30
3.2.3.	Messungen am lebenden Tier	34
3.2.4.	Krümmungsverhalten der Gelenkkörper	34
<u>Eigene Untersuchungen</u>		
4.	Deskription der Gliedmaßenspitze	36
4.1.	Knöcherne Grundlage der Zehengelenke	36
4.1.1.	Distales Ende der Ossa metatarsalia	36
4.1.2.	Phalanx proximalis	37
4.1.3.	Phalanx media	39

4.1.4. Phalanx distalis	40
4.1.5. Ossa sesamoidea	41
4.2. Bandapparat	53
4.2.1. Bänder der Articulatio metatarsophalangea	53
4.2.1.1. Seitenbänder	53
4.2.1.2. Sesambeinbänder	54
4.2.1.2.1. Proximale Befestigung	54
4.2.1.2.2. Mittlere Sesambeinbänder	55
4.2.1.2.3. Distale Sesambeinbänder	57
4.2.2. Bänder der Articulatio interphalangea proximalis	59
4.2.3. Bänder der Articulatio interphalangea distalis	60
4.2.3.1. Seitenbänder	60
4.2.3.2. Sesambeinbänder	60
4.2.3.3. Ligamenta dorsalia	64
4.2.4. Verbindung der Zehen miteinander	81
Bandapparat des Sohlen - und der Zehenballen	
4.2.4.1. Oberflächliches Zehenspannband	81
4.2.4.2. Tiefes Zehenspannband	82
4.2.4.2.1. Seitliches tiefes Zehenspannband	82
4.2.4.2.2. Mittleres tiefes Zehenspannband	82
Mittleres Aufhängeband des Sohlenballens	
4.2.4.3. Sohlenballenspannband	83
4.2.4.4. Bänder der Zehenballen	84
4.3. Gelenkhöhle und Gelenkkapsel	85
4.3.1. Articulatio metatarsophalangea	85
4.3.2. Articulatio interphalangea proximalis	86
4.3.3. Articulatio interphalangea distalis	87
5. Funktionelle Betrachtungen	89
5.1. Beschreibung des Bewegungsvorgangs	89
5.1.1. Articulatio coxae	89
5.1.2. Articulatio genus	91
5.1.2.1. Articulatio femorotibialis	91
5.1.2.2. Articulatio femoropatellaris	94
5.1.3. Articulationes intermetatarsae	94
5.1.4. Articulatio metatarsophalangea	95
5.1.5. Articulatio interphalangea proximalis	96
5.1.6. Articulatio interphalangea distalis	96

5.2. Bewegungsumfang	98
5.2.1. Articulatio coxae	98
5.2.2. Articulatio femorotibialis	98
5.2.3. Articulationes intermetatarsee	99
5.2.4. Articulatio metatarsophalangea	100
5.2.5. Articulatio interphalangea proximalis	101
5.2.6. Articulatio interphalangea distalis	102
5.3. Krümmungsverhalten der Gelenkkörper	103
5.3.1. Articulatio coxae	105
5.3.2. Articulatio genus	112
5.3.2.1. Articulatio femorotibialis	112
5.3.2.2. Articulatio femoropatellaris	117
5.3.3. Articulationes metatarsophalangeae	120
5.3.4. Articulationes interphalangeae proximales	125
5.3.5. Articulationes interphalangeae distales	130
6. Diskussion	134
6.1. Deskriptive Anatomie der Zehengelenke der Katze	134
6.1.1. Fußkonstruktion	134
6.1.2. Knöcherne Grundlage	134
6.1.3. Ossa sesamoidea	136
6.1.4. Gelenkkapsel	137
6.1.5. Bandapparat	138
6.2. Funktionelle Anatomie der Hintergliedmaßengelenke der Katze	142
6.2.1. Articulatio coxae	143
6.2.2. Articulatio femorotibialis	144
6.2.3. Articulationes metatarsophalangeae	145
Articulationes interphalangeae proximales et distalis pedis.	
6.2.4. Krümmungsverhalten der Gelenkkörper	147
7. Zusammenfassung	149
Summary	152
8. Literaturverzeichnis	155

Verzeichnis der Abkürzungen

(Im Plural ist der letzte Buchstabe der
Abkürzungen verdoppelt.)

Art. = Articulatio	M. = Musculus
Lig. = Ligamentum	Mt = Os metatarsale
Flfr. = Fleischfresser	Ph = Phalanx

digit. = digitalis	med. = medialis
dist. = distalis	plant. = plantaris
dors. = dorsalis	prox. = proximalis
lat. = lateralis	

1. EINLEITUNG

Der Anteil der Hauskatzen unter den Patienten von Kliniken und Praxis hat in den letzten Jahren sprunghaft zugenommen. Und es ist erstaunlich, was Kleintierchirurgen auf dem Feld der Traumatologie, insbesondere der Gliedmaßenversorgung, leisten. Dazu sind neben chirurgischem Können genaueste anatomische Kenntnisse gefragt.

Nachdem bereits in zwei vorangegangenen Dissertationen (BLÜML, 1983; BRUGGER, 1987) zu einigen Gliedmaßenengelenken eine Bestandsaufnahme und weitere Komplettierung der Befunde erfolgt war, sollen nun die bisher nicht abgehandelten Gelenke in gleicher Weise dargestellt werden.

Mir wurde deshalb die Aufgabe gestellt, die Literatur zur Anatomie der Gelenke der Beckengliedmaße (excl. Sprunggelenk) der Hauskatze zu sichten und alle ergänzenden Untersuchungen durchzuführen, so daß ein den oben genannten Dissertationen vergleichbarer Wissensstand dokumentiert werden könnte.

Bei Sichtung der relevanten Literatur stellte ich fest, daß das Hüft- und Kniegelenk der Katze bereits mehrfach Gegenstand deskriptiv-anatomischer Forschung war. Das Sprunggelenk hatte BLÜML (1983) hinreichend bearbeitet. Lediglich bei den Zehengelenken der Beckengliedmaße ergab sich aus Sicht meines Auftrags ein deutlicher Nachholbedarf. So konzentrierten sich meine deskriptiv-anatomischen Studien auf die Gelenke der Gliedmaßenspitze der Katze (S.36-88).

Dagegen war auf funktionell-anatomische Fragestellungen wie Bewegungsvorgang, Bewegungsumfang und Krümmungsverhalten lediglich BLÜML (1983) hinsichtlich des Sprunggelenks eingegangen. Deshalb galt es, diesen Aspekt für das Hüft- und Kniegelenk und für die Gelenke der Hinterpfote der Katze zu ermitteln und nachzutragen (S. 89-133). Die Lokomotionsstudie von GOSLOW et al. (1973) war mir bei der Diskussion der Befunde eine gute Stütze.



2. LITERATUR

2.1.DER PASSIVE BEWEGUNGSAPPARAT DER HINTERGLIEDMASSE DES HUNDES UND INSBESONDERE DER KATZE

In den Standardwerken der Veterinäranatomie wird der passive Bewegungsapparat des Hundes ausreichend berücksichtigt. Besonders ausführliche Darstellungen liegen dazu von KADLETZ (1932), BAUM/ZIETZSCHMANN (1936), EVANS/DE LAHUNTA (1971) und EVANS/CHRISTENSEN (1979) vor. Die Katze dagegen wird in der deutschsprachigen Literatur nur sehr selten erwähnt. Meist wird sie zusammen mit dem Hund unter dem Oberbegriff "Fleischfresser" aufgeführt. Anders verhält es sich in der anglo-amerikanischen sowie französischen Literatur. Hier gibt es durchaus verschiedene Abhandlungen über diese Tierart, wobei jedoch nur wenige Autoren detaillierte Darstellungen zur Anatomie des Katzenskeletts geben. In dieser Hinsicht besonders erwähnenswert sind STRAUS-DURCKHEIM (1845), MIVART (1881), REIGHARD/JENNINGS (1953), MC CLURE et al. (1973) und BARONE (1980). Durch sehr umfangreiche und exakte Zeichnungen über das Skelettsystem der Katze treten FIELD/TAYLOR (1969) sowie CROUCH (1969) hervor. Aus diesen aufgeführten Lehrbüchern und weiteren Originalarbeiten läßt sich folgende Kenntnis über die Gelenke der Hintergliedmaße der Katze zusammenstellen:

2.1.1. ARTICULATIO COXAE

a) Knochen

Caput ossis femoris : Das Caput ossis femoris der Katze ist durch ein deutliches Collum vom Femurschaft abgesetzt (ZIETZSCHMANN 1943). Es ist glatt und rund bzw. halbkugelförmig (HARRISON, 1966; SIVELY/BEAVER, 1985) und überragt den Trochanter major des Femurs nicht (SUSSDORF,

1895; NICKEL et al., 1984). ZIMMERMANN (1934) findet jedoch bei 15 Katzen den Gelenkkopf stets höher als den Trochanter major. Die Fovea capitis ist klein und schmal und liegt an der medialen Fläche des Gelenkkopfes nahe dem ventralen Rand. Sie dehnt sich verhältnismäßig weit bis zur dorsalen Fläche des Oberschenkelhalses aus und wird von REIGHARD/JENNINGS, (1935) als birnenförmig bezeichnet.

Acetabulum: Das Acetabulum der Katze ist flach und wird durch einen Knorpelsaum, Labrum acetabulare, ergänzt, der besonders nach lateral vergrößert ist (SHIVELY/BEAVER, 1985). Am ventralen Rand befindet sich eine tiefe und breite Spalte, die Incisura acetabuli, die durch ein Band geschlossen ist (ULMER et al., 1971). Die Gelenkfläche des Acetabulums, die Facies lunata, erstreckt sich von kraniodorsal nach kaudal (MC CLURE et al., 1973) und ist beim Fleischfresser mondsichelförmig (NICKEL et al., 1984). Die Fossa acetabuli liegt ventromedial.

Die Ossifikationsvorgänge an der Hintergliedmaße der Katze stellt SCHAEFFER (1932) dar. Er untersucht 28 Katzen und findet zwischen dem 47. und 193. Tag p.p. stets einen weiteren, vierten Knochen, das Os acetabuli, das an der Bildung der Hüftgelenkspfanne beteiligt ist. Es wird im Verlauf der Verknöcherung nach lateral abgedrängt, so daß sich die Hüftknochen ohne seine Vermittlung auf der medialen Seite miteinander verbinden. Bereits 1870 wird dieser Knochen von HARMS (1870) für den Fleischfresser erwähnt. HORVATH (1983) beschreibt in ihrer Arbeit über die Röntgenanatomie der postnatalen Entwicklung der Hintergliedmaße der Hauskatze das Os acetabuli als schwer darstellbar. Von 10 Tieren ist eine einwandfreie Identifizierung nur bei einer Katze am 69. Lebenstag möglich. BÖHMER (1985) kommt nach eigenen Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß das Acetabulum der Katze zu vier Fünftel aus Darmbein und Sitzbein und zu einem Fünftel aus dem Os acetabuli und dem Schambein

besteht. Die Fossa acetabuli wird allein vom Sitzbein gebildet.

b) Gelenkkapsel

Die Gelenkkapsel wird beim Fleischfresser immer als sehr weit und sehr geräumig beschrieben (KOCH, 1960). Sie heftet sich distal vom Gelenkrand dem Os femoris und am Rand der Gelenkpfanne an, bzw. bei der Katze direkt am Labrum acetabulare (MC CLURE et al., 1973). Während nach PARSONS (1900) die Kapsel der Fleischfresser keine speziellen Verstärkungszüge aufweist, beschreibt demgegenüber ZIETZSCHMANN (1943) solche lateralen und kranialen Faserzüge und gibt an, daß die Kapsel dorsal stets von Fett bedeckt ist. Auch bei der Katze enthält die Gelenkkapsel starke, kraniale Verstärkungszüge (MIVART, 1881), die von einigen Autoren als zusätzliche Hüftgelenksbänder dargestellt werden (HUGHES/DRANSFIELD, 1953; MC CLURE et al., 1973).

c) Gelenkbänder

Übereinstimmend wird in der Literatur das Lig. capitis ossis femoris mit dem Ursprung in der Fossa acetabuli und dem Ansatz in der Fovea capitis des Os femoris beschrieben. Beim Fleischfresser und insbesondere bei den Feliden ist es sehr dick und gut ausgebildet (PARSONS, 1900). Auch bei der Hauskatze wird es als stark und gut entwickelt beschrieben (MIVART, 1881; REIGHARD/JENNINGS, 1953). Die Funktion des Lig. capitis ossis femoris wird dabei meist als Halteband für das Femur angegeben (STROMSTEN, 1947; LEACH, 1952). Andere Autoren dagegen fassen das Band beim Flfr., wie auch bei der Katze, weniger als Halteband, sondern im wesentlichen als Träger von Blutgefäßen auf (FRANCK, 1892; CROUCH, 1969) und machen stattdessen die umgebende Muskulatur für die Stabilisierung verantwortlich (SMITH, 1972). Auch RISER (1973) bezeichnet das Femurkopfband beim ausgewachsenen Hund als so lang, daß es wenig Unterstützung für den

Gelenkschluß bietet. HENSCHEL (1983) schreibt nach eigenen Untersuchungen dem Lig. capitis ossis femoris wegen seiner Länge bei Hund und Katze (1,5 cm) keine Haltefunktion, sondern eine bremsende Wirkung auf die Bewegungen des Femurkopfes zu.

Das Lig. transversum acetabuli überspannt die Incisura acetabuli und wird als Fortsetzung des Labrum acetabulare angesehen (REIGHARD/JENNINGS, 1953). Zusätzlich werden noch ein bis drei kleinere Bänder erwähnt, die sich aus den Verstärkungszügen der Gelenkkapsel ableiten (HUGHES/DRANSFIELD, 1953; MC CLURE et al., 1973).

d) Beweglichkeit

Das Hüftgelenk des Fleischfressers wird in der Literatur übereinstimmend als Nußgelenk, Enarthrosis, bezeichnet. HENSCHEL (1983) kommt jedoch nach seinen Untersuchungen an Hund und Katze zu dem Ergebnis, daß es sich um ein einfaches Kugelgelenk handelt, wobei er ein Labrum acetabulare nur andeutungsweise erkennen kann.

Beim Fleischfresser ist in diesem Gelenk eine große Beweglichkeit vorhanden. Der Hauptdruck der Belastung liegt nicht im tiefsten Teil der Gelenkhöhle, sondern recht weit in der Peripherie (HENRICSON et al., 1965). Die große Beweglichkeit wird auch speziell für die Katze bestätigt (MIVART, 1881; MC CLURE et al., 1973).

KUMMER (1959) untersucht die Schenkelhalswinkel einiger Fleischfresser, unter anderem bei verschiedenen Hunderrassen (Schäferhund 135° ; Bastard 136° , 131° ; Dackel 129°) sowie bei der Katze (130°) und beim Tiger (118°).

2.1.2. ARTICULATIO GENUS

2.1.2.1. ARTICULATIO FEMOROTIBIALIS

a) Knochen

Condylus ossis femoris: Beide Kondylen, Condylus lateralis und medialis, ragen weit kaudal vor; sie nehmen zwischen sich die rauhe und breite Fossa intercondylaris auf. Beim Flfr. werden sie als etwa gleich lang beschrieben (STARCK, 1979). In der Spezialliteratur über die Katze herrschen über die Länge der Kondylen jedoch unterschiedliche Angaben. Während ULMER et al. (1971) den lateralen Kondylus länger als den medialen finden, spricht MIVART (1881) von einem längeren medialen Kondylus, der zugleich etwas weiter distal reicht als der laterale. PROSE (1984) untersucht die Anatomie des Kniegelenks von 20 Katzen und kommt zu dem Ergebnis, daß der mediale Kondylus der längere ist und weiter nach distal vorspringt als der laterale Kondylus, der jedoch insgesamt größer erscheint und eine größere Gelenkfläche besitzt. Die äußere Gestalt der beiden Kondylen bezeichnet er als Spiralform.

Ossa sesamoidea m. gastrocnemii: Kaudoproximal über jedem Kondylus befindet sich eine Gelenkfläche für die Ossa sesamoidea m. gastrocnemii, die bei der Katze nicht sehr deutlich sind. ZIMMERMANN (1934) untersucht die Vesalischen Sesambeine von Hund und Katze, wobei er in ihrer Form zwischen beiden Tierarten keinen Unterschied erkennen kann. Das laterale Sesambein ist stets das größere und bildet proximal eine stumpfe Pyramide bei abgerundeter Basis. Die Gelenkfläche erscheint oval. Das mediale Sesambein ist mehr würfelförmig mit querovaler distaler Gelenkfläche. Die Größe des lateralen Sesambeins variiert bei der Katze zwischen zwei bis sechs Millimetern. Ein drittes Sesambein, das Os sesamoideum m. poplitei berührt den lateralen Meniskus des Kniekehlgelenks (NICKEL et al., 1984).

Facies articularis proximalis tibiae: Das proximale Endstück der Tibia besteht aus den beiden Schienbeinknörren, Condylus lateralis und medialis, und der zwischen beiden gelegenen Eminencia intercondylaris. Die Kondylen sind bei der Katze oval geformt (REIGHARD/JENNINGS, 1953), wobei der mediale schmaler und kleiner ist als der laterale (MC CLURE et al., 1973). PROSE (1984) spricht beim medialen Kondylus von ellipsoider, beim lateralen mehr von runder Form. Für die mediale Gelenkfläche gibt er eine kaudale Neigung um ca. 40° , für die laterale um ca. 30° an. Beide Gelenkflächen werden in der Literatur als peripher konvex und zentral konkav beschrieben. WISSDORF/LOEFFLER (1964) kommen nach ihren Studien über das Kniegelenk an 18 Katzen zu dem Ergebnis, daß die Facies articularis des medialen Kondylus nicht so breit wie die laterale ist und zudem etwas weiter proximal liegt. Die Area intercondylaris cranialis lateralis ist stärker ausgehöhlt als ihr mediales Gegenstück, wobei dieses sogar häufig fehlt. Die von hyalinem Knorpel überzogenen Gelenkflächen besitzen bei der Katze teilweise noch eine zusätzliche Faserknorpelschicht, deren Bedeutung unbekannt ist.

Menisken: Die Menisken der Katze besitzen die Form eines großen C, wobei der laterale Meniskus stärker gekrümmt ist als der mediale. Die proximalen, dem Os femoris zugewandten Flächen sind stark ausgehöhlt, die distalen leicht konkav. Der Außenrand ist proximo-distal etwas konvex und etwa 2,5 mm stark, während der Innenrand sehr schmal und scharf ist (WISSDORF/LOEFFLER, 1964). O'CONNOR und MC CONNAUGHY (1978) untersuchen die Menisken von 20 Katzen und stellen dabei fest, daß der mediale Meniskus bei allen Tieren stets gleich geformt ist. Der laterale dagegen, und zwar besonders sein Hinterhorn, variiert stark in Bezug auf Breite und in der Art der Anheftung an die Tibia.

b) Gelenkkapsel

Die Gelenkkapsel des Kniekehlgelenks ist weit und wird durch die in der Medianen verlaufende unvollständige Membrana synovialis in zwei Gelenkhöhlen unterteilt, die ihrerseits wieder durch die Menisken in eine obere und eine untere Abteilung getrennt werden. Beim Flfr. umschließt sie auch die von den Ossa sesamoidea m. gastrocnemii gebildeten Gelenke. Alle Abteilungen stehen untereinander in direkter oder indirekter Verbindung (SCHREIBER, 1947). Die Gelenkkapsel des Kniekehlgelenks steht mit der des Kniescheibengelenks in Verbindung, so daß nach Ansicht einiger Autoren (MC CLURE et al., 1973; EVANS/CHRISTENSEN, 1979) bei Hund und Katze bereits von einer einzigen Kapsel für beide Gelenke gesprochen werden kann. Für den Flfr. werden an der Beugeseite der Gelenkkapsel verstärkende Faserzüge erwähnt, die auch als Ligamentum popliteum bezeichnet werden (ZIMMERMANN, 1933). PROSE (1984) beschreibt bei der Katze vorwiegend kaudal an der Kapsel entlangziehende Verstärkungsfasern, welche von allen über das Knie laufenden Muskeln entsandt werden. Eine genaue Darstellung der Kapselverhältnisse am Kniekehlgelenk und Kniescheibengelenk der Katze findet sich bei WISSDORF/LOEFFLER (1964). Sie beschreiben Ansatz und Ausdehnung sowie die Kommunikationsstellen der einzelnen Abteilungen untereinander.

c) Gelenkbänder

Bänder des Kniekehlgelenks

Das Ligamentum collaterale laterale entspringt vom lateralen Bandhöcker des Os femoris. Es setzt beim Flfr. nach KOCH, (1960) und NICKEL et al., (1984) am Condylus lat. der Tibia und am Caput fibulae an. Demgegenüber wird speziell für die Katze als Ansatzpunkt von mehreren Autoren nur das Caput fibulae erwähnt (REIGHARD/JENNINGS, 1953; WISSDORF/LOEFFLER, 1964; PROSE, 1984).

Das Ligamentum collaterale mediale entspringt bei der Katze vom medialen Bandhöcker des Os femoris und reicht

bis zu 1,5 cm distal des medialen Kondylus der Tibia (REIGHARD/JENNINGS, 1953; MC CLURE et al., 1973). Es ist undeutlich zweigeteilt (WISSDORF/LOEFFLER, 1964). PROSE (1984) unterscheidet dabei eine oberflächliche und eine tiefe Lage, die eng mit der Kapsel verwachsen sind und bezeichnet das Band demzufolge als intrakapsulär.

Die Ligg. cruciata genus liegen intraartikulär, aber extrakapsulär. Sie setzen sich bei der Katze, wie auch beim Hund, aus je zwei Bandzügen zusammen, die spiralig umeinander gewunden sind (ARNOCZKY/MARSHALL, 1977; PROSE, 1984). Beide sind bei der Katze dick und stark (PROSE, 1984).

Das Lig. cruciatum craniale entspringt von der interkondylen Fläche des lateralen Femurkopfnorrens und setzt laut WISSDORF/LOEFFLER (1964) in der Area intercondylaris cranialis medialis an und nicht in der Area intercondylaris centralis. Dieser Ansatzpunkt wird für die Katze bereits von MIVART (1881) sowie von MC CLURE et al. (1973) angegeben. Drei Ansatzpunkte beschreibt PROSE (1984), nämlich die Area intercondylaris cranialis, die Eminentia intercondylaris und die laterale Fläche des Tuberculum intercondylare mediale.

Das Lig. cruciatum caudale nimmt seinen Ursprung von der interkondylen Fläche des medialen Kondylus des Os femoris. Als Ansatzpunkt wird die Incisura poplitea (WISSDORF/LOEFFLER, 1964) bzw. die Area intercondylaris caudalis angegeben (MIVART, 1881). Insgesamt drei Ansatzstellen, nämlich zuzüglich zu den beiden vorher genannten noch das Tuberculum intercondylare mediale, werden von PROSE (1984) für die Katze beschrieben.

Bänder der Menisken

Zu den Bändern der Menisken gehören die Ligg. tibiale craniale et caudale menisci lat. und. med.. Während in der Literatur der Ursprung dieser Bänder bei der Katze übereinstimmend vom kranialen sowie kaudalen Winkel des betreffenden Meniskus angegeben wird, existieren über die Ansätze unterschiedliche Angaben.

WISSDORF/LOEFFLER (1964) lassen das Lig. tibiale craniale menisci lat. der Katze an die Area intercondylaris centralis sowie das Tuberculum intercondylare med. treten, während PROSE (1984) die Eminentia intercondylaris und das Tuberculum intercondylare lat. als Ansatzpunkt nennt.

Beim Lig. tibiale craniale menisci med. geben die genannten Autoren übereinstimmend die Area intercondylaris cranialis als Ansatz an.

Ebenso sind die Angaben zum Ansatz des Lig. tibiale caudale menisci lat. in der Incisura poplitea gleichlautend. Nach O' CONNOR/MC CONNAUGHEY (1978) hat bei der Katze jedoch nicht jeder laterale Meniskus kaudal direkte ligamentöse Verbindung mit der Tibia. Nach ihren Untersuchungen gibt es einige Tiere, bei denen die Bandfasern des lateralen Meniskus sich mit denen des medialen Meniskus verbinden und daher nicht selbständig an der Tibia ansetzen.

Das Lig. tibiale caudale menisci med. setzt an der Area intercondylaris caudalis an (WISSDORF/LOEFFLER, 1964). PROSE (1984) erwähnt zusätzlich noch den kaudalen Teil der Eminentia intercondylaris.

Das Lig. transversum genus ist bei der Katze nur sehr fein und verbindet den oberen Rand beider Menisken miteinander. Es verhindert so ihr übermäßiges Auseinanderweichen (WISSDORF/LOEFFLER, 1964; ZIMMERMANN, 1933). Das Lig. meniscofemorale entspringt vom kaudalen Rand des lateralen Meniskus und setzt an der interkondylen Fläche des medialen Femurknorrens an (WISSDORF/LOEFFLER, 1964; PROSE, 1984).

d) Beweglichkeit

Die Art. femorotibialis ist ein inkongruentes Gelenk, wobei der Ausgleich durch die Menisken geschaffen wird. Es handelt sich morphologisch um eine Art. spiralis, funktionell um ein unvollkommenes Wechselgelenk (NICKEL et al., 1984). ZIMMERMANN (1933) und SCHREIBER (1947) be-

schäftigen sich mit der Anatomie und Mechanik des Kniegelenks der Haussäugetiere bzw. des Hundes, wobei sie auch auf die Bewegungsabläufe der Menisken eingehen. ARNO CZKY/MARSHALL (1977) sowie BADOUX (1984) beschreiben unter anderem beim Hund eingehend das Verhalten der gekreuzten Bänder während der Bewegung des Kniegelenks. Den Ablauf der Gelenkbewegungen bei der Katze, insbesondere bezogen auf das Verhalten der Bänder, stellen WISSDORF/LOEFFLER (1964) ausführlich dar.

2.1.2.2. ARTICULATIO FEMOROPATELLARIS

a) Knochen

Trochlea ossis femoris: Die Trochlea ossis femoris wird durch einen lateralen und medialen Rollkamm gebildet, die den Sulcus patellaris seitlich begrenzen. Bei der Katze bildet dieser eine weite und glatte Furche (ULMER et al., 1971; MC CLURE et al. 1973), die in der Transversalebene konkav gekrümmt ist (MIVART, 1881). Der mediale Rollkamm ist bei der Katze breiter und kräftiger als der laterale, der proximal und distal über den Sulcus patellaris hinausragt (WISSDORF/LOEFFLER, 1964).

Patella: Die Patella des Flfr. ist kranial gebogen und doppelt so lang wie breit. Bei der Katze gleicht sie einem platten Keil (ZIETZSCHMANN, 1943) und wird als länglich oval, birnenförmig oder auch als tropfenförmig beschrieben (MIVART, 1881; REIGHARD/JENNINGS, 1953; PROSE, 1984). Das Verhältnis Länge zu Breite beträgt 1:0,6 an der breitesten Stelle (WISSDORF/LOEFFLER, 1964) und der mediale Rand ist dicker als der laterale (PROSE, 1984). Die Basis der Patella ist spitzer als das Ende und trägt beim Hund proximal und an jeder Seite einen faserknorpeligen Ansatz, Fibrocartilago suprapatellaris und Fibrocartilago parapatellaris lat. und med (DRAHN, 1925; MORITZ, 1960). Ähnlich wie beim Hund findet sich auch bei der Katze proximal dicht über der Patella ein sesamoider Bezirk, der ebenfalls als Fibrocartilago

suprapatellaris bezeichnet wird (DRAHN, 1926). ZIMMERMANN (1933) nennt ihn auch obere Kniescheibe, Patella superior. Seitliche Ansatzknorpel dagegen fehlen bei der Katze (DRAHN, 1926).

b) Gelenkkapsel

Die Gelenkkapsel des Kniescheibengelenkes wird beim Flfr. als sehr geräumig bezeichnet und buchtet sich proximal und nach allen Seiten aus (ZIETZSCHMANN, 1943; Nickel et al., 1984). Sie ist als subtendinöser Schleimbeutel zu betrachten und kommuniziert mit der Kapsel des Kniekehlgelenks. Bei der Katze wird distal der Patella ihre Synovialis durch das Corpus adiposum infrapatellare in die Gelenkhöhle vorgewölbt und bildet so eine Falte. Die Fibrosa, deren mediale und laterale Abschnitte bei der Katze verhältnismäßig dünn sind, überziehen den Fettkörper kranial (DRAHN, 1926).

c) Gelenkbänder

Das Lig. patellae ist als Verlängerung der Endsehne des M. quadriceps femoris aufzufassen. Sein Ansatz proximal an der Patella wird bei der Katze von Anteilen des M. rectus femoris und des M. vastus intermedius gebildet. Der M. vastus medialis und der M. vastus lateralis setzen jeweils medial und lateral an der Patella an (PROSE, 1984). Proximal der Anheftung des Lig. patellae an der Tuberositas tibiae befindet sich als synoviale Einrichtung die Bursa infrapatellaris.

Als Retinacula patellae werden Faszienverstärkungen der Gelenkkapsel beschrieben, die von allen über das Kniegelenk laufenden Muskeln an die Kapsel entsandt werden. Aus den Retinacula lassen sich die Ligg. femoropatellare lat. und med. zwischen Patella und Femur isolieren (NICKEL et al., 1984), wobei das laterale dicker als das mediale ist.

Beweglichkeit

Bei der Art. femoropatellaris handelt es sich funktionell um ein Schlittengelenk, Art. delabens. Die Bewegung der Patella erfolgt gleichzeitig mit der des Kniekehlgelenks.

2.1.3. ARTICULATIO TIBIOFIBULARIS PROXIMALIS ET DISTALIS

a) Knochen

Tibia: Die Facies articularis fibularis prox. ist dem Condylus lateralis tibiae kaudal angeschliffen und distal gerichtet (NICKEL et al., 1984). Bei der Katze ist die Gelenkfläche sehr schmal und oval (MIVART, 1881). Die Incisura fibularis zur gelenkigen Anlagerung der Fibula befindet sich lateral am distalen Endstück der Tibia.

Fibula: Die Fibula der Katze ist schlank und trägt proximal am Caput fibulae eine Gelenkfacette, die Facies articularis capitis fibulae. Sie ist schmal und von ovaler Gestalt (MIVART, 1881). Das distale Ende der Fibula ist zum Malleolus lateralis verdickt und trägt medial die Facies articularis malleoli, deren proximale Facette der Gelenkung mit der Tibia dient. Das zwischen beiden Knochen befindliche Spatium interosseum cruris stellt bei der Katze eine fast durchgehende, weite Spalte dar (NICKEL et al., 1984).

b) Gelenkkapsel

Im proximalen sowie im distalen Bereich handelt es sich um straffe Gelenkkapseln. Die proximale Kapsel stellt bei der Katze eine Ausweitung der Gelenkkapsel des Kniekehlgelenks dar und kommuniziert mit dem Recessus meniscotibialis lateralis (WISSDORF/LOEFFLER, 1964). Die distale Kapsel steht mit der des Tarsokruralgelenks in Verbindung (REIGHARD/JENNINGS, 1953).

c) Gelenkbänder

Proximal: Während MIVART (1881) für das proximale Tibiofibulargelenk bei der Katze nur ein Band, nämlich ein Lig. capitis fibulae angibt, beschreiben REIGHARD/JENNINGS (1953) zwei, ein dickes starkes Band, das vom Caput fibulae zum Condylus lat. tibiae sowie ein zweites, schwächeres Band, das vom Fibulakopf dorsoproximal zum Margo cranialis der Tibia zieht. Auch MC CLURE et al. (1973) geben für die Katze im proximalen Gelenk zwei Bänder an, ein Lig. capitis fibulae caudale und ein Lig. capitis fibulae craniale. Sie entspringen jeweils kaudal bzw. kraniallateral am Condylus lat. der Tibia und setzen kaudoproximal bzw. kraniallateral am Caput fibulae an.

Im distalen Tibiofibulargelenk der Katze werden beide Unterschenkelknochen durch die Ligamenta tibiofibulare craniale und caudale verbunden (REIGHARD/JENNINGS, 1953; MC CLURE et al., 1973). Sie verlaufen zwischen Malleolus lateralis der Fibula und der angrenzenden Fläche der Tibia. Häufig jedoch kommt es in diesem Bereich auch zur knöchernen Verschmelzung beider Knochen. Ein zusätzliches Band, ein Lig. transversum cruris, das dorsal Tibia und Fibula verbindet, wird von REIGHARD/JENNINGS (1953) beschrieben. Zwischen beiden Knochen verläuft außerdem die Membrana interossea cruris.

d) Beweglichkeit

Es handelt sich beim Flfr. proximal und distal um straffe Gelenke, so daß keine Bewegungsmöglichkeit gegeben ist. Im Gegensatz zum Unterarm finden Pronation- und Supinationsbewegungen nicht durch Überkreuzen der Tibia und der Fibula statt. Drehbewegungen der Beckengliedmaße erfolgen stattdessen durch Rotation im Kniekehle- und Sprunggelenk (ZIETZSCHMANN, 1943; SCHWARZE, 1960).

2.1.4. ARTICULATIO TARSI

Zum Sprunggelenk der Katze liegt eine am hiesigen Institut entstandene Dissertation von BLÜML (1983) vor, in der neben der morphologischen Gestalt der Gelenkkörper und ihrer Bandzüge auch die Bewegungsrichtungen und der Bewegungsumfang ausführlich dargestellt sind. In seiner Analyse zum Bewegungsvorgang des Sprunggelenks zeigt der Autor, daß der gesamte Bewegungsumfang nur durch ein Zusammenwirken aller Einzelgelenke erreicht werden kann. Die Überprüfung der passiven Beweglichkeit in der Sagittalebene ergibt einen maximalen Bewegungsumfang von etwa 140° , gemessen von der extremen Extensionsstellung bis zur extremen Flexionsstellung. Zu den Werten der Einzelgelenke sowie zur Literatur über das Sprunggelenk der Katze siehe BLÜML (1983).

2.1.5. ARTICULATIONES INTERMETATARSEAE

a) Knochen

Die Ossa metatarsalia sind proximal gelenkig miteinander verbunden. Dazu trägt ihre Basis Bandhöcker und seitliche Gelenkflächen. Im Gegensatz zu den Metakarpalknochen bilden die Metatarsalknochen beim Flfr. keine flache Ebene, sondern ein plantar konkaves Gewölbe, wodurch der Hinterfuß bedeutend stabiler gegen Sagittaldruck konstruiert ist (ZIETZSCHMANN, 1943). Die Ossa metatarsalia zeichnen sich durch größere Schlankheit aus als die Ossa metacarpalia und sind bei der Katze ungefähr zweimal so lang wie jene (SHIVELY, 1983). Es sind insgesamt fünf Ossa metatarsalia vorhanden, von denen aber nur vier in Erscheinung treten, da das MT I bei der Katze stets rudimentär ist und keine Phalangen zu tragen hat (ULMER et al., 1971).

b) Gelenkkapsel

Die einzelnen Gelenke werden beim Flfr. von der Kapsel der Art. tarsometatarsea mit umschlossen (ZIETZSCHMANN, 1943; NICKEL et al., 1984).

c) Gelenkbänder

In der Literatur wird auf die Verbindungen der Metatarsalknochen der Katze nicht näher eingegangen, so daß sich die folgenden Angaben auf den Flfr. allgemein beziehen. Während einerseits nur von kurzen straffen Bändern, den Ligg. intraordinaria metatarsea bzw. den Ligg. metatarsea, die Rede ist (DOBBERSTEIN/HOFFMANN, 1961; NICKEL et al., 1984), werden andererseits dorsale und plantare Bandmassen beschrieben (HUGHES/DRANSFIELD, 1953; SISSON, 1975). Zusätzlich erwähnt letzterer noch Fasern, die zwischen den einander zugekehrten Flächen der Metatarsalknochen verlaufen und als Ligg. interossea bezeichnet werden.

d) Beweglichkeit

Die Ossa metatarsalia sind proximal, trotz der straffen Bänder beim Flfr. noch recht beweglich miteinander verbunden (CHAVEAU/ARLOING, 1903; BOURDELLE/BRESSOU, 1953).

2.1.6. ARTICULATIONES METATARSOPHALANGEAE ARTICULATIONES INTERPHALANGEAE PROXIMALES ET DISTALES PEDIS

a) Knochen

In den deutschsprachigen Lehr- und Handbüchern der Anatomie werden morphologische Besonderheiten der Zehenknochen der Katze nur vereinzelt erwähnt. GURLT (1843) vergleicht Länge und Dicke der einzelnen Zehenknochen beim Flfr. und gibt an, daß sich Grundphalanx (PHALANX I) und Mittelphalanx (PHALANX II) von der Form her kaum unterscheiden. Die Endphalanx (PHALANX III) stellt er für die Katze gesondert dar und bezeichnet sie als "von der

Seite platt und stark über die Phalanx II nach oben gezogen, so daß die Spitze derselben mehr nach oben gekehrt ist". FRANCK (1892) beschreibt bei der Katze das untere Ende der Phalanx II nach auswärts abgelenkt, so daß bei starker Aufwärtsbiegung die Phalanx III an ihr scherenblattartig vorbeigleiten kann. SUSSDORF (1895) geht näher auf die Morphologie der Gelenkflächen der einzelnen Zehenknochen beim Flfr. ein. Er unterscheidet wie auch MÜLLER (1896) und ZIETZSCHMANN (1943) bei der Beschreibung des Krallenbeins zwischen Hund und Katze. Weder KOCH (1960) noch DOBBERSTEIN/ HOFFMANN (1961) gehen genauer auf die Zehenknochen der Katze ein, sondern beschränken sich in ihren Darstellungen auf jene der Flfr.. Ebenso NICKEL et al. (1984), die jedoch bei der Beschreibung des Krallenbeins die Besonderheiten der Katze berücksichtigen.

In der angloamerikanischen und französischen Literatur gibt es über die Anatomie von Hund und Katze getrennte Monographien.

STRAUS-DURCKHEIM (1845) und MIVART (1881) beschreiben die Zehenknochen der Katze, ohne detailliert auf die gelenkbildenden Abschnitte einzugehen. LEACH (1952) vergleicht in groben Zügen die Anatomie des Fußes von Katze und Mensch. Anders dagegen REIGHARD/JENNINGS (1953), die die Zehenknochen der Katze ausführlicher darstellen. In den sechziger- und beginnenden siebziger Jahre erscheinen zahlreiche Abhandlungen über die Anatomie der Katze (TAYLOR/WEBER, 1965; HARRISON, 1966; BOOTH/CHIASSON, 1967; WALKER, 1967; GILBERT, 1968; FIELD/TAYLOR, 1969; CROUCH, 1969; ULMER et al., 1971). Auch in diesen Werken geht die Darstellung der Zehenknochen nicht über eine Aufzählung der einzelnen Knochen hinaus und die morphologischen Besonderheiten der Katze werden nicht hinreichend hervorgehoben. Erst bei BARONE (1980) findet sich eine detaillierte Beschreibung der Zehenknochen von Hund und Katze, denen er jeweils eigene Kapitel widmet.

b) Gelenkkapsel

Die Kapseln der Zehengelenke des Pferdes oder des Rindes sind in den Lehrbüchern der Anatomie stets sehr genau beschrieben. Für die Flfr. wird zwar grundsätzlich das Vorhandensein einer Kapsel für die Zehengelenke erwähnt, aber nicht näher erläutert. Als Ausnahme von dieser Regel können gelten die Abbildung der Gelenkkapseln aller drei Zehengelenke des Hundes bei BOURDELLE/BRESSOU (1953), die im Text jedoch nicht erwähnt werden. Ferner äußern sich EVANS/CHRISTENSEN (1979) zu den Zehengelenkkapseln des Hundes; BARONE (1980) und NICKEL et al. (1984) beschreiben die Gelenkkapseln beim Flfr., unterscheiden aber nicht zwischen Hund und Katze.

c) Gelenkbänder

Der Bandapparat des Zehengrund-, Zehenmittel- und Zehengelenks besteht aus je zwei Ligg. collateralia, wie MARTIN (1912), ZIETZSCHMANN (1943) und NICKEL et al. (1984) für den Flfr., nicht aber speziell für die Katze darstellen.

Auch in der angloamerikanischen Literatur liegen keine genaueren Angaben über die Phalangenbänder der Katze vor. Demgegenüber ist in der französischen Literatur (STRAUSDURCKHEIM, 1845; BARONE, 1980) eine genaue Beschreibung zu finden.

Die elastischen Dorsalbänder des Zehenendgelenkes, die Ligg. dorsalia, werden in der relevanten Literatur für Hund und Katze getrennt beschrieben. Während beim Hund stets zwei Bänder dargestellt werden, die vom Proximalende der Phalanx II konvergierend dorsal zur Krallenleiste ziehen (KADLETZ, 1932; BAUM/ZIETZSCHMANN, 1936), gibt es zur Katze unterschiedliche Angaben. GURLT (1843) und SUSSDORF (1895) geben für die Katze dieselben Bänder an wie für den Hund. HILZHEIMER (1915) beschreibt zwei dehnbare Bänder, "von denen das eine oben, das andere seitlich befestigt ist". WEBER (1928) spricht bei der

Katze von einem "zusätzlichen unpaaren elastischen Band". ZIETZSCHMANN (1943) beschreibt einen einschenkeligen Bandapparat bei der Katze, durch den das dritte Zehenglied so weit lateral zurückgezogen werden kann, daß es sich dem zweiten anlegt. STARCK (1976) und BARONE (1980) machen die elastischen Bänder für den eigenartigen Einziehungsmechanismus der Krallen verantwortlich.

Die zum Bandapparat der Zehengelenke gehörenden Bänder der Sesambeine werden in Kapitel 2.1.7. abgehandelt.

d) Beweglichkeit

Zur Beweglichkeit der Zehengelenke beim Flfr. sowie speziell bei der Katze liegen nur wenige Angaben vor. SUSSDORF (1895) beschreibt Beuge- und Streckbewegungen in diesen Gelenken als am erfolgreichsten beim Flfr. und bezeichnet die Achse der Zehen als doppelt gebrochen. FRANCK (1892) und MARTIN (1912) sprechen dem Zehengrundgelenk des Flfr. ausgiebigere Bewegungen als bei anderen Haussäugetieren zu. TAYLOR/WEBER (1965) und SMITH (1972) stellen Zehengrund- und Zehenmittelgelenk der Katze als echte Wechselgelenke dar, in denen nur Beugung und Streckung möglich ist. Das Zehenendgelenk des Flfr. wird aufgrund seiner elastischen dorsalen Bänder als federndes Gelenk bezeichnet (HENKE, 1943).

Für das Ausziehen der Krallen ist laut STARCK (1979) der M. flexor digitalis profundus zuständig, wobei jedoch der lange Zehenstrecker ebenfalls aktiviert wird und dadurch gleichzeitig das Zehenmittelgelenk streckt. Nach MIVART (1881), KRÖLLING (1934) und BARONE (1980) ist für das Ausstrecken der Krallen nur der lange Zehenbeuger verantwortlich.

e) Einzelarbeiten

KÖHLER (1902) untersucht die Phalangenbänder von 41 Hunde- und 16 Katzenpfoten und äußert bereits, daß die dorsalen elastischen Bänder der Katze von denen des Hundes abweichen.

RETTERER (1933) vergleicht den Charakter der Hand des Menschen mit der Pfote des Hundes und des Löwen. Dabei geht er neben der Morphologie der Gelenkflächen auch auf den Bandapparat und die Bewegungsmöglichkeiten in den Zehengelenken ein.

Die Mechanik der Katzenkrallen und ihrer dorsalen elastischen Bänder macht KRÖLLING (1935) zum Gegenstand seiner Untersuchungen, während HORCLOIS (1946) in seiner Dissertation über Morphologie, Exterieur und Ästhetik der Katze die Anatomie der Zehenknochen nur streift.

Aus rein chirurgischer Sicht (Krallenexzision bei der Hauskatze) gehen HERRON (1967) und FOSTER/FOWLER (1972) auf die Anatomie der Zehenendgelenksgegend ein.

LANGE (1970) beschreibt die funktionelle Vielfalt der Mm. interossei bei der Katze, und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Bewegungen der Zehengelenke. Die verschiedenen Anteile beeinflussen nicht nur die Bewegungen des Zehengrund- und Zehenmittelgelenks, sondern auch der Gesamtzehe. Die Untersuchungen wurden an je 100 unfixierten Vorder- und Hinterextremitäten von männlichen und weiblichen Hauskatzen durchgeführt.

Die Mechanik des Krallengelenks wird von PREUSS/WÜNSCHE (1971) unter Beachtung von Vorkommen und Verlauf der Ligg. dorsalia näher beschrieben. Gleichzeitig untersuchen sie den Aufbau der Endstrecke der tiefen Beuge- sehn, sowie ihre Funktion für das Zehenendgelenk. Während zuvor meist rein deskriptive Darstellungen der Zehengelenke vorlagen, betrachten PREUSS/WÜNSCHE (1971) das Krallengelenk der Katze erstmals unter funktionell-anatomischen Aspekten. Ebenso verhält es sich mit der vergleichenden Untersuchung von GONYEA/ASHWORTH (1975). In ihrer ausführlichen Deskription des Krallengelenks der Hauskatze beschäftigen sie sich auch mit den entsprechenden Bewegungsabläufen und vergleichen die daraus resultierenden Ergebnisse mit anderen Karnivoren. Ihr Untersuchungsmaterial umfaßt sechs Hauskatzen und 22

andere Feliden sowie je zwei Schleichkatzen, Hunde, Marder und Kleinbären.

2.1.7. OSSA SESAMOIDEA

Im Bereich der Zehengelenke der Flfr. kommen plantare und dorsale Sesambeine vor, die zum Teil durch Bänder am Skelett befestigt sind. Während SUSSDORF (1895) und MÜLLER (1896) ihre Beschreibung über die Sesambeine und deren Bandverbindungen auf den Flfr. beziehen, differenziert ZIETZSCHMANN (1943) das Vorkommen der Sesambeine im besonderen für die Katze. Die Darstellung der Bänder erfolgt jedoch wieder allgemeingültig für den Flfr.. Andere Autoren, wie CHAVEAU/ARLOING (1903), BOURDELLE/ BRESSOU (1953), SCHWARZE (1960) und NICKEL et al., (1984) unterscheiden gleichfalls nicht zwischen Hund und Katze. Auch in der Literatur, die sich allein mit der Katze befaßt, werden die Sesambeine, als auch die entsprechenden Bandverbindungen nur von MIVART (1881) und REIGHARD/JENNINGS (1953) sowie, mit einem anderen Ergebnis, von MC CLURE (1973) erwähnt.

Folgende Einzelarbeiten befassen sich mit den Ossa sesamoidea beim Flfr.:

KÖHLER (1902) (Hund und Katze), RETTERER/NEUVILLE (1918) (Hund, Katze und Löwe), ZIMMERMANN (1933) (Hauskatze) und OTTAWAY (1940) (Greyhound).

HORCLOIS (1946) bestreitet im Gegensatz zu den vorangegangenen Autoren das Vorkommen dorsaler Sesambeine bei der Katze.

Die Entstehung und Struktur der Ossa sesamoidea bei den Haussäugetieren untersucht ZIMMERMANN (1958). Die Sesambeine des Flfr. zählt er jedoch nur auf und erwähnt die Katze nicht.

Eine ausführliche Arbeit über die Entstehung der Sesambeine verfassen PREUSS/WÜNSCHE (1974). Obwohl ihr besonders intensiv untersuchtes Studienobjekt die Vorder- und Hinterfüße von Schweinen sind, haben sie zum Ver-

gleich auch die Füße von Katzen, Hunden, Schafen, Rindern und anderen Tieren untersucht. Dabei kommen sie zu folgendem Ergebnis: "Wegen der regelmäßigen Verbindung aller Sesamkörper mit einer Synovialkapsel stellen sie sämtlich Kapselkörper dar, die als fibröse Sesamknoten, als Sesamknorpel und als Sesambeine vorkommen".

2.1.8. VERBINDUNG DER ZEHEN MITEINANDER

BANDAPPARAT DES SOHLEN- UND DER ZEHENBALLEN.

Als stoßabfangende Einrichtungen sind an den Gliedmaßenenden der Flfr. die Ballen, Pulvini, entwickelt, die den federnd-elastischen Schritt der Karnivoren, besonders der Feliden, ermöglichen. Die Zehenballen der Katze sind längsoval geformt und wesentlich kleiner als der Sohlenballen, der eine Verschmelzung aus drei Metatacarpal- bzw. Metatarsalballen darstellt. In den Lehrbüchern der Anatomie liegen nur vereinzelt Angaben über die Verbindungen der Zehen miteinander, sowie über den Bandapparat der Ballen vor. Meist werden für den Flfr. plantare Zehenbänder und ein Aufhängeband des Sohlenballens erwähnt, aber nicht näher beschrieben (MARTIN, 1912; SCHWARZE, 1960; KOCH, 1960). ZIETZSCHMANN (1943) und NICKEL et al. (1984) unterscheiden zwischen einem tiefen und einem oberflächlichen Zehenspannband, sowie einem aus mehreren Teilen bestehenden Aufhängeapparat des Sohlenballens.

Eine genauere, für Hund und Katze getrennte Deskription der entsprechenden Bänder findet sich bei KÖHLER (1902). Einen Unterschied zwischen beiden Tierarten kann er nur in der Aufteilung des Sohlenballenspannbandes entdecken, das sich beim Hund in zwei, bei der Katze in drei Schenkel spaltet.

2.1.9. RÖNTGENANATOMIE

Zur röntgenologischen Darstellung der Gelenke der Hinterextremität der Katze wird bis auf wenige Ausnahmen stets die gesamte Gliedmaße einbezogen, so bei SIS/GETTY (1968), SISSON (1975) und SHIVELY (1977).

Wesentlich detaillierter werden die Gelenke der Katze von ALKSNIS (1938), SCHEBITZ/WILKENS (1986) und KEALY (1981) dargestellt.

BRESSOU/POMRIASKINSKY/KOBOZIEFF (1959) sowie HORVATH (1983) beschäftigen sich mit der Entwicklung des Hinterfusses der Katze vom Zeitpunkt der Geburt bis zum Ende der Wachstumsphase. Das Kniegelenk der Katze wird von WISSDORF/LOEFFLER (1964) auch röntgenologisch erfaßt.

2.2. ANDERE FELIDEN, WILDKATZEN

Obwohl es in Bezug auf Wildkatzen eine reiche Literatur über ihr Verhalten und ihre Lebensweise gibt (u.a. ROBERTS, 1954; GAFFREY, 1961; EWER, 1973; HALL, 1981), findet sich verhältnismäßig wenig über den Aufbau des Skelettsystems und speziell der Gelenke. Nur in folgenden vergleichend-anatomischen Monographien bzw. Originalarbeiten über verschiedene Wildkatzen sind unter anderem auch die Knochen der Hinterextremität abgehandelt.

ELLENBERGER/BAUM (1901) kommen im Handbuch der Anatomie für Künstler zu dem Schluß, daß das Skelett des Löwen im allgemeinen dem der Katze gleicht. Die für das Löwenskelett charakteristischen Verhältnisse werden kurz besprochen und die Länge der Knochen der Beckengliedmaße einschließlich der ersten und zweiten Zehenknochen in Zentimeter angegeben. Einige Zeit später erscheint ebenfalls von ELLENBERGER/BAUM (1908) ein eigener Atlas über die Anatomie des Löwen. Die Stellung der Gliedmaßen bezeichnen sie bei diesem Tier als steiler im Vergleich zu Pferd und Rind.

Wie schon bei den Zehengelenken erwähnt, vergleicht RETTERER (1918) den unterschiedlichen Aufbau der menschlichen Hand mit der Pfote des Löwen und des Hundes.

RETTERER/NEUVILLE (1918) untersuchen außerdem das Vorkommen dorsaler Sesambeine an den Zehen von Löwe und Hauskatze und beschäftigen sich im gleichen Jahr mit den Sesambeinen an den Zehengelenken sowie mit den Sehnenscheiden und der tiefen Beugesehne beim Löwen.

Beim Versuch, die systematische Stellung einer bereits ausgestorbenen Großkatze (*Felis spelaea*) zu klären, untersucht HILZHEIMER (1921) die großen Röhrenknochen dieser Tierart und vergleicht sie mit denen von acht Tigern und fünf Löwen. Dabei kommt er zu dem Ergebnis, daß Löwe und Tiger osteologisch nicht scharf zu trennen sind.

KNIEPKAMP (1925) stellt die Fußgelenke des Tigers denen von Hund und Löwe gegenüber, wobei er auf die entsprechenden Gelenke ausführlich eingeht.

Die Tigerzehe ist auch Untersuchungsgegenstand von VIRCHOW (1926), der eine genaue Beschreibung der Knochen und der dorsalen elastischen Bänder gibt.

HOPWOOD (1945) untersucht die Knochen der Vordergliedmaße von Löwe, Leopard und Jaguar und setzt die Ergebnisse in Beziehung zum Lebensraum und zur Lebensweise dieser Tiere.

Mit dem Skelettsystem der Hauskatze und des Rotluchses beschäftigt sich KELSON (1946) und stellt eine große Übereinstimmung im Bau der Hinterextremität fest. Das Acetabulum des Rotluchses ist etwas ausgedehnter als das der Katze, die Fossa intercondylaris des Os femoris schmaler und rauher. Die Krallen sind relativ länger und spitzer zulaufend.

CANTUEL (1955) hebt die morphologischen Besonderheiten der Wildkatze gegenüber der Hauskatze hervor. Von beiden Tierarten hat er jedoch nur ein Exemplar zur Verfügung.

Das Acetabulum eines Panthers wird von EHLER (1959) im Rahmen seiner Arbeit über den Aufbau der Hüftpfanne bei

Säugetieren und Mensch untersucht. Die Pfannenfläche dieses Tieres wird zu drei Zehntel von Os acetabuli und Os pubis gemeinsam gebildet, zu sieben Zehntel allein vom Os ischii.

GINSBURG (1961) vergleicht die osteologischen Merkmale von plantigraden (Bär, Panda) und digitigraden (Wolf, Jaguar, Puma, Luchs) Karnivoren.

Mit dem Gliedmaßenskelett verschiedener Feliden beschäftigt sich MANDAL (1973, 1975). Er vergleicht zunächst Tiger, Leopard, Schneeleopard und Löwe, später dann Luchs und Wüstenluchs. Die daraus hervorgehenden Ergebnisse setzt er zur Lebensweise dieser Tiere in Beziehung.

Eine Längenmessung der Extremitätenknochen bei acht Arten von Wildkatzen führt GONYEA (1975) durch. Gemessen wurde die Länge des Os femoris, der Tibia und des Os metatarsale III, wobei die erhaltenen Meßwerte zur Wirbelsäulenlänge (Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule) der entsprechenden Tierart in Beziehung gesetzt wurden. Dabei kommt er zu dem Ergebnis, daß Katzen, die in den Wäldern leben (Leopard, Jaguar), im Gegensatz zu den in offener Savanne lebenden Tieren, die relativ kürzeren Hinterextremitäten besitzen. Gleichzeitig stellt er fest, daß es verglichen mit der Vorderextremität, an den Knochen der Hintergliedmaße zu einer relativen Längenzunahme der distalen Elemente (Tibia, Mt III) gegenüber den proximalen Elementen (Femur) kommt.

Eine ausführliche Beschreibung der Zehengelenke verschiedener Katzenarten erfolgt im Rahmen der anatomisch-funktionellen Studien von GONYEA/ASHWORTH (1975). Die Autoren weisen nach, daß nicht nur die elastischen dorsalen Bänder, sondern auch die Form des distalen Endes der Phalanx II, von ausschlaggebender Bedeutung für den Einziehungsmechanismus der Krallen bei Feliden ist. Im Gegensatz zu anderen Autoren wie THIES (1977) und RICCIUTI (1979), die als einzige Katzenart, deren Krallen nicht einziehbar sind, den Gepard nennen, kommen GONYEA/

ASHWORTH (1975) zu dem Ergebnis, daß die Krallen dieser Großkatze durchaus einziehbar sind. Sie seien jedoch von so großer Länge, daß sie stets vorstehen und es daher den Anschein erweckt, als wäre dem Gepard das Einziehen der Krallen nicht möglich.

2.3. GELENKMECHANIK, MESSUNGEN

Die Mechanik der Gelenke, ihr Bewegungsablauf sowie Winkelmessungen sind in der Humanmedizin seit langem untersucht worden (ABEY, 1863; HENKE, 1863; STRASSER, 1908; FICK, 1904; KNEESE, 1950, 1955; KUMMER, 1959 u.a.). Um brauchbare und vergleichbare Messungen bei der Untersuchung der Gelenke zu erzielen, führte FICK (1904) als erster den Begriff der Normalstellung menschlicher Gelenke ein. In der Veterinärmedizin wurde die "Normalstellung" des Pferdes von STOSS (1923) definiert, der zusammen mit seinen Schülern die Extremitätengelenke von Pferd und Rind untersuchte (STUHLENMILLER, 1922; SCHRAML, 1931; REINSFELD, 1932; HAGENBUCH, 1938). Sie arbeiteten dazu mit einem selbstgebauten Gerät, dem Gelenkphantomglobus. In neuerer Zeit werden in der Humanorthopädie Gelenkmessungen nach der international standardisierten Neutral-Null-Methode durchgeführt. Diese ist eingehend bei RUSSE/GERHARD/RUSSE (1982) beschrieben und nach VOLLMERHAUS/ROOS (1985) in modifizierter Form auch auf das Tier übertragbar. BRUNNER (1983) wendete diese Methode erstmals bei Kälbern zur Bestimmung der Gliedmaßenwinkel an.

Auch zur Mechanik der Fleischfressergliedmaße und speziell zu der der Katze liegen anatomisch-funktionelle Untersuchungen vor.

So beschäftigt sich KOLWE (1920) mit der stark ausgeprägten Pronation und Supination an der Vordergliedmaße der Katze, während KNIEPKAMP (1926) die Bewegungs-

möglichkeiten in den Vorderfußwurzelgelenken des Tigers, des Löwen und des Hundes untersucht.

VIRCHOW (1926), der die Mechanik der Tigerzehe analysiert, bezeichnet den Fuß der Katze als hochspezialisiert, weil er aus einem Krallapparat und einem Stützapparat besteht.

LATIMER (1936) führt Gewichtsbestimmungen und Längenmessungen an Gliedmaßenknochen von 104 Katzen durch.

Verschiedene Standhöhen an Vorder- und Hintergliedmaße vergleicht HORCLOIS (1946) bei drei Katzenrassen (Siam, Perser, Europäisch Kurzhaar) miteinander.

YALDEN (1970) untersucht die Karpalknochen der Katze im Vergleich mit den Verhältnissen bei anderen Karnivoren, wobei er insbesondere auf Bewegungsart und Bewegungsumfang eingeht.

Mit der funktionellen Morphologie des Zehenendgelenks der Katze beschäftigen sich auch PREUSS/WÜNSCHE (1971) und GONYEA/ASHWORTH (1975), wobei letztere auch andere Karnivoren in ihre Untersuchungen miteinbeziehen. Den Einziehmechanismus der Kralle beschreiben sie als eine Funktion der dorsalen elastischen Bänder, an der die Muskulatur nicht teilnimmt.

GONYEA (1978) beschäftigt sich unter Berücksichtigung von Lebensraum und Lebensweise eingehend mit dem Ellenbogen- und Fußwurzelgelenk der Hauskatze sowie verschiedener anderer Katzenarten.

Photographische Bewegungsstudien über die Katze stammen von MUYBRIDGE (1902), MANTER (1938) und GOSLOW et al. (1973). Letztere untersuchen die Winkelung der Hintergliedmaße während der Bewegung, indem sie 11 Katzen in den drei Grundgangarten, Schritt, Trab und Galopp photographieren. Die Änderung der Gelenkwinkel wird anhand der Aufnahmen mit den Bewegungsphasen korreliert. Die am hiesigen Institut mit weitgehend vergleichbarer Methodik durchgeführten Untersuchungen an den Gliedmaßen-gelenken der Katze betreffen des Sprunggelenk (BLÜML,

1983) sowie die Vordergliedmaßengelenke (BRUGGER, 1987). Diesen Ergebnissen soll sich die vorliegende Arbeit einfügen.

3. MATERIAL UND METHODIK

In der vorliegenden Arbeit wurden die Gelenke der Hintergliedmaßen von insgesamt 30 Katzen untersucht, davon waren 11 männliche und 19 weibliche Tiere. Drei Tiere hatten ein Alter von weniger als sechs Monaten, die übrigen Tiere waren ausgewachsen.

3.1. DESKRIPTIVER TEIL

Untersuchungsgegenstand des deskriptiven Teils waren Zehengrund-, Zehenmittel- und Zehenendgelenk, wobei die knöcherne Grundlage, der Bandapparat und die Gelenkkapselverhältnisse dargestellt wurden.

3.1.1. Die Knochen von 12 Hinterextremitäten erwachsener Katzen wurden der schrittweisen Mazeration mit Kalilauge unterzogen, vermessen und photographiert.

3.1.2. An zehn rechten und zehn linken Hinterpfoten erfolgte die Präparation des Bandapparates des Sohlenballens und der Verbindung der Zehen miteinander, der Bänder der Zehengelenke sowie der Zehenballen. Da an allen Pfoten sämtliche Zehen, von der zweiten bis zur fünften, in die Untersuchung einbezogen wurden, betrug die Anzahl der Zehen insgesamt 80. Die Präparation wurde mittels Skalpell, Splitterpinzette und Augenschere unter der Lupe bei fünf- bis zehnfacher Vergrößerung ausgeführt. Nach den Photographien der Präparate konnten mit Hilfe eines Umzeichnungsprojektors proportionsgerechte Zeichnungen angefertigt werden.

3.1.3. Zur Untersuchung der Gelenkkapselverhältnisse wurde in die Gelenkhöhlen von fünf frischen Zehen mit Gelatine versetzte Tusche injiziert. Dabei traten die Aussackungen der Gelenkkapseln deutlich hervor. Die Zehen wurden anschließend für einen Tag kühl gelagert, bis die Tusche durch den Gelatinezusatz feste Konsistenz besaß. An diesen Präparaten war die Kapselansatzlinie durch die Tuschefärbung markiert.

3.2. FUNKTIONELLER TEIL

Der funktionelle Teil der Untersuchungen beschäftigte sich, bis auf das Sprunggelenk, das von BLÜML (1983) in dieser Hinsicht bereits eingehend bearbeitet wurde, mit dem Hüftgelenk, dem Kniekehlgelenk und Kniescheibengelenk, den proximalen Verbindungen der Metatarsalknochen untereinander und den Zehengelenken. Bestimmt wurden die Bewegungsvorgänge in den einzelnen Gelenken, ihr passiver Bewegungsumfang in Winkelgraden (exkl. Articulatio femoropatellaris) sowie die Krümmungsverhältnisse der korrespondierenden Gelenkflächen (exkl. Articulationes intermetatarseeae).

3.2.1. Bänderpräparate:

An acht Hinterextremitäten wurde der Bandapparat präpariert und die Knochen proximal der Gelenke jeweils so fixiert, daß durch Beugung, Streckung und Rotation sowie Ab- und Adduktion der Bewegungsvorgang der Gesamgliedmaße nachvollzogen werden konnte.

3.2.2. Muskelpräparate:

Die Messungen des Bewegungsumfangs von **Hüft- und Kniekehlgelenk** wurden paarweise bei 10 Tieren, somit an 20 Hintergliedmaßen, durchgeführt. Dabei handelte es sich um frische Präparate, an denen Haut und Muskulatur belassen wurde. Für die Untersuchungen mußten verschiedene Vorrichtungen angefertigt werden, in denen die Gliedmaßen proximal des zu messenden Gelenks einerseits fest fixiert waren, andererseits aber noch genügend Bewegungsspielraum für die Messungen blieb.

Die goniometrischen Messungen der Gelenke erfolgten in Anlehnung an die international standardisierte Neutral-Null-Methode und SFRT-Notierung von RUSSE/GERHARDT/RUSSE (1982). Diese wurde von VOLLMERHAUS/ROOS (1985) für die Gelenkmessung am Tier modifiziert:

Für die Notierung der Bewegungsebenen an den Gliedmaßen werden die Buchstaben S, A und R verwendet.

- S : bezeichnet die Sagittalebene, in der Beugung und Streckung stattfinden, wobei die Winkelwerte in der Reihenfolge Beugung - Standwinkel - Streckung angegeben werden.

- A : entspricht der Abduktions- und Adduktionsebene. Die Notierung der Werte erfolgt in der Reihenfolge Abduktion - Standwinkel - Adduktion.

- R : beschreibt die Rotation des Gelenks, wobei die Werte in der Reihenfolge Rotation nach innen - Standwinkel - Rotation nach außen stehen.

- Die zur Messung der Gliedmaßengelenke in der Sagittalebene notwendigen Knochenpunkte sind in Abb. 1 schematisch dargestellt.

- Zur Messung selbst werden der feststehende Schenkel und der Mittelpunkt des Goniometers mit zwei Knochenpunkten in Deckung gebracht. Der bewegliche Schenkel des Goniometers folgt dann dem dritten Knochenpunkt bei der Bewegung des Gelenks.

- Zur Messung der Abduktion und Adduktion wird die Abweichung der distalen Knochenlängsachse von der Neutral-Null-Linie registriert.

- Bei der Feststellung der Rotationsmöglichkeit eines Gelenks dient der distale der beiden das Gelenk bildenden Knochen als bewegliche Achse, um die eine Rotation ausgeführt werden kann. Durch Abbeugen des distal nachfolgenden Gelenks auf 90° entsteht eine Art Kurbelgestänge, mit dessen Hilfe die Rotation ausgeführt und gemessen wird.

Die Messungen wurden mit einem Metallgoniometer AD 114 INOX der Firma Aesculap durchgeführt, da sich das International-Standard-Goniometer nach RUSSE/GERHARDT/RUSSE (1982) als zu groß erwies. Um Meßfehler auszuschließen, wurden die Messungen mehrfach wiederholt.

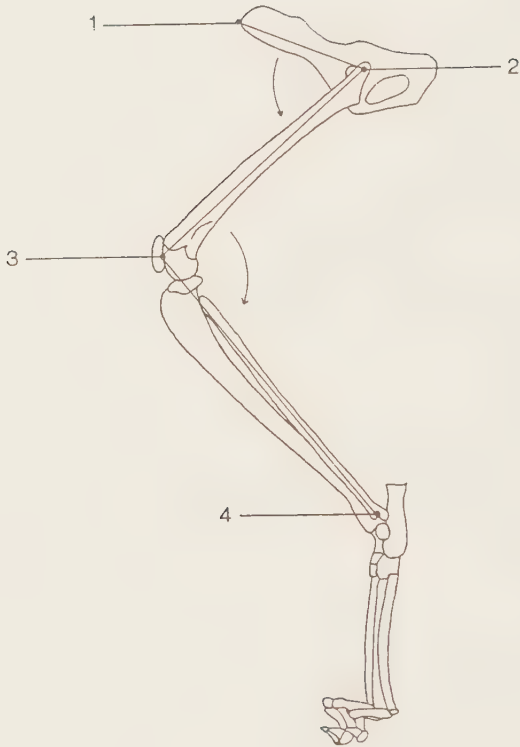


Abb. 1. Schematische Darstellung der tastbaren Knochenpunkte an der Hintergliedmaße der Katze zur Ermittlung der Gelenknotierung in der Sagittalebene.

1 Tuber coxae

3 Trochlea ossis femoris

2 Trochanter major ossis
femoris

4 Malleolus lateralis

Die Rotation im Kniekehlgelenk konnte nicht nach der oben beschriebenen Methode gemessen werden, da sich das nachfolgende Gelenk, die *Articulatio tarsocruralis*, nicht als eine Art Kurbelgestänge verwenden ließ. Stattdessen wurde nach entsprechender Bohrung an der kaudalen Seite der Tibia ein Stahlstift angebracht, mit dessen Hilfe dann das Ausmaß der Rotation direkt vor einem speziell befestigten Halbkreiswinkelmesser bestimmt werden konnte.

Die Durchführung der Winkelmessungen mit einem Goniometer war an den nachfolgenden Gelenken (Metatarsalknochen miteinander, Zehengelenke) aufgrund der geringen Größe der beteiligten Knochen nicht möglich.

Flexion und Extension sowie Ab- und Adduktion wurden daher an den **Zehengelenken** indirekt gemessen, indem die notwendigen Meßpunkte (am Kaput von Mt, Ph I, Ph II, Krallenbeinspitze Ph III) farbig markiert und die jeweiligen Bewegungsmaxima durch Abdruck auf Millimeterpapier übertragen werden konnten. Die Messung der Rotation dagegen erfolgte, wie bereits beim Kniekehlgelenk beschrieben, mit Hilfe eines Halbkreiswinkelmessers. Der Stahlstift wurde dabei dorsal an den distalen der beiden das Gelenk bildenden Knochen, angebracht.

Zur Messung gelangten zehn rechte und zehn linke Pfoten. Dabei handelte es sich um frische, enthäutete und grob präparierte Gelenke, da so die zur Messung notwendigen Markierungen exakter angebracht werden konnten.

Die Verschiebung der Metatarsalknochen gegeneinander nach kranial und kaudal sowie Abduktion und Adduktion wurden ebenfalls auf Millimeterpapier übertragen. Zur Messung gelangten die *Articulationes intermetatarsee* von fünf rechten und fünf linken Hintergliedmaßen.

Um vergleichbare Meßdaten zu erhalten, wurden an allen Gelenken Ab- und Adduktion sowie Rotation bei stets gleichem Gelenkwinkel gemessen. Dieser betrug im Hüft-

gelenk 110° , Kniekehlgelenk 100° und im Zehengrundgelenk 230° .

Im Zehenmittelgelenk wurden die Rotation sowie Ab- und Adduktion in gestrecktem, im Zehenendgelenk in maximal gebeugtem Zustand gemessen. Eine derartige Winkelung beider Gelenke führt nämlich zum Ausstrecken der Krallen, deren wichtige Funktion für die Katze noch beschrieben wird (S.145). Eventuell noch stattfindende Seitwärts- oder Rotationsbewegungen waren daher besonders bei dieser Stellung der Gelenke von Interesse.

3.2.3. Messungen am lebenden Tier:

Auf Winkelmessungen am lebenden Tier wurde verzichtet, da Abwehrreaktionen der Katzen bei jeglicher Manipulation an der Hintergliedmaße trotz aller Bemühungen nicht zu unterbinden waren und damit zu einer Verfälschung der Meßwerte geführt hätten. Eine Sedierung der Tiere wurde nicht vorgenommen, da auch dann nur die passive Beweglichkeit in den Gelenken gemessen werden kann, die laut BLÜML (1983) erfahrungsgemäß mit den Verhältnissen am Muskelpräparat übereinstimmt. Ebenso konnte BRUGGER (1987) bei ihren Winkelmessungen an der Vordergliedmaße der Katze feststellen, daß der Bewegungsspielraum am anatomischen Muskelpräparat dem der sedierten Katze gleicht bzw. ihn nur geringgradig übertrifft.

3.2.4. Krümmungsverhalten der Gelenkkörper:

Dem Vorgehen BLÜMLs (1983) folgend, wurden mit der Abdruckmasse Optosil* Abdrücke der korrespondierenden Gelenkflächen hergestellt. Die jeweiligen Kontaktpunkte wurden durch Okklusionspapier** ermittelt und ihre Verbindungslinie als Führungslinie des Gelenks bezeichnet. Von den Schnitten entlang der Führungslinie wurden

* Optosil: Farbenwerke Bayer AG, Leverkusen.

** Okklusionspapier, microdünn: Dr. Jean Bausch KG, Köln.

Stempelabdrücke gemacht und mit Hilfe eines Umzeichnungsprojektors vergrößert. Anhand der Vergrößerungen konnten dann die Krümmungsverhältnisse ermittelt werden. Die Untersuchung erfolgte an fünf Hinterextremitäten.

EIGENE UNTERSUCHUNGEN

4. DESKRIPTION DER GLIEDMASSENSPITZE

Die Katze zählt zu den Zehengängern, ist somit digitigrad und ähnelt im Grundanpassungstyp den artiodaktylen Tieren, indem die Fußachse zwischen die dritte und vierte Zehe zu legen ist. Der erste Mittelfußstrahl ist rudimentär, der erste Zehenstrahl vollkommen zurückgebildet. Der dritte und vierte Mittelfuß- und Zehenstrahl sind stets fast gleich lang und stark ausgebildet sowie auch ausgeprägt modelliert. Sie sind stets stärker und länger als der ebenfalls annähernd sich gleichende zweite und fünfte Mittelfuß- und Zehenstrahl. Die Bezeichnungen "axial" und "abaxial" zur Orientierung an der Gliedmaßen spitze können daher bedarfsweise auch bei dieser Tierart angewendet werden.

4.1. KNÖCHERNE GRUNDLAGE DER ZEHENGELLENKE

4.1.1. DISTALES ENDE DER OSSA METATARSALIA (Abb. 2-4)

Das Mt I der Katze ist stets rudimentär und zehenlos, so daß es im folgenden nicht berücksichtigt wurde.

Das Kaput der vollständig ausgebildeten Ossa metatarsalia II-V trägt die Trochlea, die der Verbindung mit dem ersten Zehenglied dient. Sie ist als kurze, quere Walze ausgebildet, deren Gelenkfläche aber nicht gleichmäßig breit ist, sondern sich auf der plantaren Seite, mehr noch auf der dorsalen Seite in proximaler Richtung verjüngt. Dorsal endet die Trochlea in einer scharf ausgeprägten quergestellten Furche, wodurch sie deutlich vom Schaft der Metatarsalknochen getrennt ist. Oberhalb dieser Querrfurche ist die überstehende Knochenleiste in der Mitte eingezogen und seitlich etwas verdickt, so daß sich zwei zapfenähnliche, nach distal gerichtete

Vorwölbungen bilden: der mediale und der laterale (axiale und abaxiale) Bandhöcker der Metatarsalknochen. Diese sind besonders ausgeprägt an den Mtt III und IV, undeutlicher dagegen an den Mtt II und V.

Medial am Mt II sowie lateral am Mt V zeichnet sich dicht proximal der Trochlea zusätzlich ein höckerartiger Vorsprung ab, welcher dorsal jeweils in die oben beschriebenen medialen bzw. lateralen Bandhöcker ausläuft. Das distale Ende dieser Metatarsalknochen erscheint dadurch relativ breiter als das der Ossa metatarsalia III und IV.

Auf der plantaren Seite ist die Trochlea durch einen scharfen Sagittalkamm von ca. 0,5 mm Höhe gekennzeichnet, wodurch die Gelenkfläche zur Anlagerung der Sesambeine zweigeteilt wird. An den Mtt III und IV sind jeweils die durch den Kamm geteilten Gelenkflächen gleich groß, währen diese an den Mtt II und V ungleichmäßig sind, weil die abaxiale Gelenkabteilung die schmälere, stärker gewölbte und tiefer liegende der beiden Anteile ist. Während der Sagittalkamm von Mtt II und V am proximalen Ende der Trochlea abrupt endet, tritt er an den Mtt III und IV noch ca. 1-2 mm auf den Schaft beider Knochen über, indem er unter stetiger Abnahme der Höhe langsam ausläuft.

Jeweils lateral und medial am Kaput, proximal bis zu den Bandhöckern reichend, liegen die Bandgruben als unregelmäßig geformte Vertiefungen. Diese sind, wie auch die Bandhöcker, besonders deutlich an Mtt III und IV ausgebildet.

4.1.2. PHALANX PROXIMALIS

Bei den Phalanges proximales der zweiten bis fünften Zehe (Abb. 5-10) handelt es sich um stabförmige, dorsoplantar komprimierte Knochen, die einander sehr ähnlich sind.

Ihr Proximalende (Abb. 9), die Basis, trägt die flach konkave Fovea articularis, die an den Phalangen der dritten und vierten Zehe quergestellt und dorsal halbkreisförmig begrenzt ist. Diese Begrenzung ist am zweiten und fünften Strahl durch eine laterale bzw. mediale Ausziehung jeweils stärker betont, so daß die Gelenkflächen dadurch leicht schräg gestellt erscheinen. Durch eine kaudale Rinne, die bis zur Gelenkfläche reicht und den verdickten plantaren Rand der Basis einkerbt, entstehen zwei wulstige Bandhöcker, die an der dritten und vierten Zehe annähernd gleich groß sind. An der zweiten und fünften Zehe ist dagegen die axiale Aufwölbung höher als die abaxiale. Die voneinander abgewendeten, seitlichen Außenflächen der Bandhöcker sind deutlich angeraut.

Der Körper der Phalanges proximales ist plantar flach, dorsal und seitlich abgerundet. Er ist zudem etwas nach vorne gekrümmt und in seiner Mitte medial und lateral leicht eingezogen. Das untere Drittel des Korpus ist plantar, an den seitlichen Rändern mit je zwei rauhen, lorbeerblattartigen Wülsten ausgestattet, deren Spitzen nach proximal gerichtet sind. Am zweiten und fünften Strahl sind sie weniger deutlich als am dritten und vierten Strahl.

Das distale Ende (Abb. 10) trägt die Trochlea, deren Gelenkfläche sattelförmig ausgebildet ist. Die Gelenkwalze steht quer und ist in der Sagittalen konvex, in der Transversalen konkav gestaltet. Sie macht etwa zwei Drittel eines Kreisumfangs aus, biegt plantar stark nach oben um und zieht sich hier weit proximal in die Höhe. Auf der dorsalen Seite ist direkt über der Trochlea eine flache, muldenförmige Vertiefung ausgebildet.

Beidseitig sind tiefe Bandgruben sowie Bandhöcker vorhanden, die nur wenig ausgeprägt sind.

4.1.3. PHALANX MEDIA

Die Mittelfalangen der zweiten bis fünften Zehe (Abb. 5-8, 11, 12) stimmen in ihrer Form überein.

Die der Basis aufsitzende proximale Gelenkfläche (Abb. 11) bildet das Negativ der Sattelfläche am distalen Ende der Phalanges proximales und ist in der Transversalen durch einen Sagittalkamm konvex, in der Sagittalen konkav gestaltet. Durch den verhältnismäßig niedrigen, seitlich abgedachten Kamm wird die Fovea articularis in zwei leicht vertiefte Facetten unterteilt, von denen an der dritten und vierten Zehe die axiale schmaler und weiter plantar ausgezogen erscheint als die abaxiale. An der zweiten und fünften Zehe trifft dies auf die abaxialen Facetten zu. Die Umrandung der Gelenkfläche ist plantar seitlich zu Bandhöckern verdickt. Zwischen diesen ist sie kranial etwas eingezogen und überdacht als vorspringende Knochenleiste eine dreieckige, mit der Basis proximal zeigende, an allen Zehen stark ausgeprägte Vertiefung. Diese füllt den Platz zwischen beiden Bandhöckern vollständig aus und reicht mit der Spitze bis zum Beginn des Korpus. Dorsal ist der Rand der Gelenkfläche durch den Sagittalkamm zu einem plumpen Fortsatz, Processus extensorius ausgezogen.

Das Korpus der Phalanges mediae ist kürzer und gedrungener als das der Phalanges proximales. Im Gegensatz zu diesen ist es dreiseitig und besteht aus einer abgeflachten plantaren und einer abgerundeten lateralen und medialen Fläche. Die beiden seitlichen Flächen werden von einer, den Knochen in seiner ganzen Länge überbrückenden, kammartigen, abgerundeten Leiste getrennt. Diese ist in ihrer proximalen Hälfte durch zahlreiche, sagittal verlaufende, linienartige Vertiefungen aufgeraut. Sie nimmt proximal ihren Ursprung am Processus extensorius und läuft am distalen Ende des Knochens in den medialen Höcker der Trochlea aus. Dadurch entsteht

ein schräger Verlauf der Leiste und die dorsolaterale Seite der Phalanx media erhält so eine flächenmäßig größere Ausdehnung als die mediale. Im distalen Drittel weist das Korpus eine dorsale, muldenförmige Vertiefung zur Aufnahme der Phalanx distalis im Hyperextensionszustand auf. Kurz vor dem Kaput ist der Körper der Zehenmittelglieder leicht lateral abgelenkt.

Die Trochlea (Abb. 12) hat wie die der Phalanges proximales Sattelform, die nur schwach ausgeprägt ist. Die Gelenkwalze ist deutlich lateral ausgezogen und auch verbreitert, so daß das distale Ende der Zehenmittelknochen asymmetrisch erscheint. Während die Transversalachse der Trochlea am dritten und vierten Strahl mit der Längsachse des Knochens einen Winkel von 90° bildet, weist diese am zweiten und fünften Strahl einen abaxial spitzen, axial stumpfen Winkel auf.

Die Trochlea schiebt sich auf der plantaren Seite etwas weiter proximal hoch als auf der dorsalen. Kaudal befindet sich über ihr eine flache, proximal spitz zulaufende Vertiefung.

Bandhöcker sind beidseitig vorhanden, jedoch nur schwach ausgebildet. Die Bandgruben, ebenfalls lateral und medial vorhanden, sind nicht so tief wie die der Phalanges proximales.

4.1.4. PHALANX DISTALIS

Die Krallenbeine der zweiten bis fünfte Zehe (Abb. 13,14) sind in ihrer Form sehr ähnlich und gleichen einem seitlich komprimierten, plantar abgelenkten Haken.

Die Facies parietalis ist von dreieckiger Gestalt. Bei ausgestreckter Krallenbeine ist die Basis proximal, die Spitze distal gerichtet. Lateral und medial ist sie so stark zusammengedrückt, daß die Seitenabschnitte abgeflacht erscheinen. Der dorsale Rückenteil ist nur noch als

schmäler, konvex gebogener Rand vorhanden. Die Facies solearis ist gleichfalls schmal, jedoch konkav gekrümmt. Die Biegung des Rückenteiles ist stärker als die der Sohlenfläche.

Proximal wird der Knochen von einem Randwulst überragt, der seitlich und dorsal sich vorwölbbend, die Crista unguicularis bildet, die als feine ovale Knochenlamelle distal vorspringt. Der zwischen ihr und der Facies parietalis entstehende Spaltraum wird als Sulcus unguicularis bezeichnet und dient zur Aufnahme der Krallenplattenwurzel.

Auf der plantaren Seite verschmelzen beide seitlichen Knochenlamellen miteinander und verdicken sich zu dem länglich geformten, distal zugespitzten Tuberculum flexorium. Beiderseits am Ballenhöcker öffnet sich je ein Krallenloch, Foramen soleare axiale und abaxiale.

Die Facies articularis (Abb. 15) stellt eine oval geformte, flache Vertiefung dar, deren Umrandung dorsal und seitlich mit der Crista unguicularis und plantar mit dem Ballenhöcker verschmilzt. Gemäß dem Ende der Phalanx media ist sie das Negativ der Sattelfläche, wobei ein Sagittalkamm nur andeutungsweise im plantaren Bereich zu erkennen ist. Der Rand der Gelenkfläche ist leicht lateral ausgezogen, so daß die Querachse der Facies articularis von mediopltantar nach laterodorsal, schräg zu der des übrigen Krallenbeins verläuft.

4.1.5. OSSA SESAMOIDEA

Wegen der besseren Übersicht wurde das Vorkommen der Ossa sesamoidea an den Hinterpfoten der Katze in Tabelle 1 zusammengefaßt.

In ihrer Größe entsprechen die jeweiligen Sesambeine der des zugehörigen Zehenstrahls, so daß die der dritten und vierten Zehe stets größer sind als die der zweiten und fünften.

Plantare Sesambeine:

- Der Art. metatarsophalangea lagern sich plantar paarweise die Ossa sesamoidea proximalia an (Abb. 16, 17), die dreikantige Gestalt besitzen und etwas gebogen sind. Mit ihrer Spitze sind sie proximal, mit der verdickten Basis distal gerichtet. Die jeweils abaxial zeigenden Seitenflächen eines Sesambeinpaares sind abgeflacht und treffen sich mit den leicht konkav gestalteten axialen Flächen in einer plantar vorspringenden Leiste. Die Dorsalseite stellt die länglich-ovale Gelenkfläche dar (Abb. 17), die nicht ganz bis proximal reicht und von der Spitze der Sesambeine überragt wird. Die Umrandung der Facies articularis ist jeweils an den einander zugekehrten Seiten der Sesambeine in der unteren Hälfte etwas ausgezogen, so daß die Längsachsen der Gelenkflächen eines jeden Paares distal konvergierenden Verlauf zeigen. Während die Ossa sesamoidea proximalia der dritten und vierten Zehe annähernd gleich groß sind, ist an der zweiten und fünften Zehe jeweils das abaxiale Sesambein das kleinere.

- Das an jeder Art. interphalangea proximalis gelegene unpaare knorpelige Sesambein ist platt, queroval und besitzt auf seiner Plantarfläche einen niedrigen Sagittalkamm.

- Das gleichfalls unpaare plantare Sesambein der Art. interphalangea distalis, das knorpelige Os sesamoideum distale, ist rechteckig und entspricht in seinem Querschnitt einem sohlenwärts offenen U. Die kurzen, seitlichen Schenkel sind dabei leicht hochgebogen und umfassen so die tiefe Beugesehne, die in der konkaven Rinne gleitet.

Dorsale Sesambeine:

- Die jeweils in der Einzahl pro Zehe auftretenden knorpeligen dorsalen Sesambeine der Art. metatarsophalan-

gea und interphalangea proximalis sind rundlich und an der dritten und vierten Zehe bis zu einem Millimeter groß.

Tab. 1. Vorkommen und Gewebeart der Sesambeine an den Zehengelenken der Hintergliedmaße der Hauskatze.

Gelenk	Anzahl	Lage	Gewebeart
Art. metatarsophalangea, dorsal plantar	4	in Gelenkkapsel	knorpelig
	8	in Gelenkkapsel, durch Bänder befestigt.	knöchern
Art. interphalangea prox., dorsal plantar	4	in Sehne des M. ext. digit. longus.	knorpelig
	4	in Gelenkkapsel	knorpelig
Art. interphalangea dist., plantar	4	in Gelenkkapsel	knorpelig

PHOTOGRAPHISCHE ABBILDUNGEN ZU 4.1.

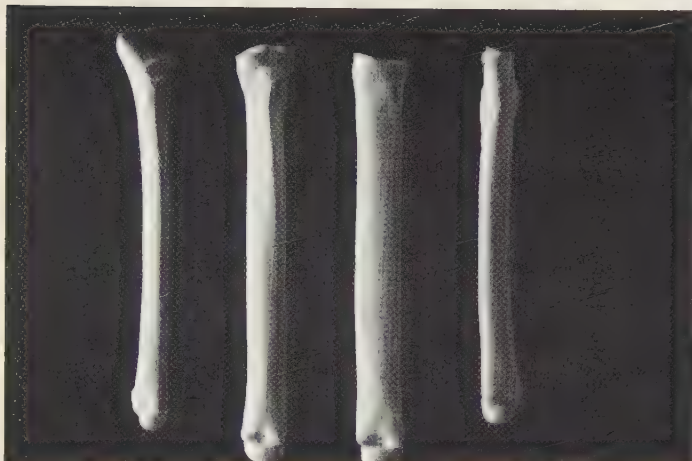


Abb.2. Ossa metatarsalia des rechten Hinterfußes,
Dorsalansicht.

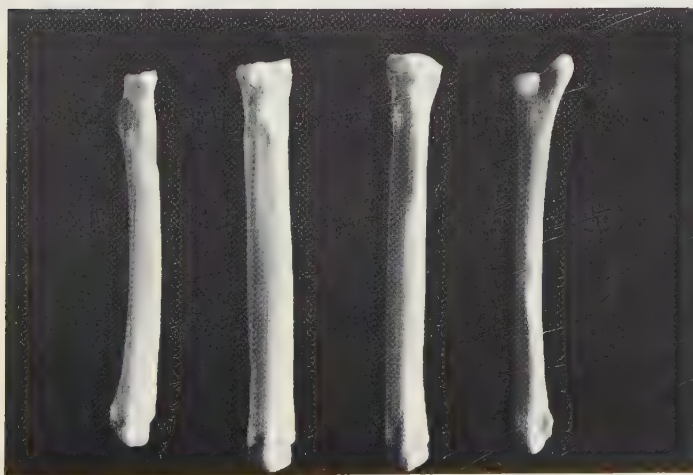


Abb.3. Ossa metatarsalia des rechten Hinterfußes,
Plantaransicht.



Abb.4. Ossa metatarsalia des rechten Hinterfußes, mediale Ansicht.

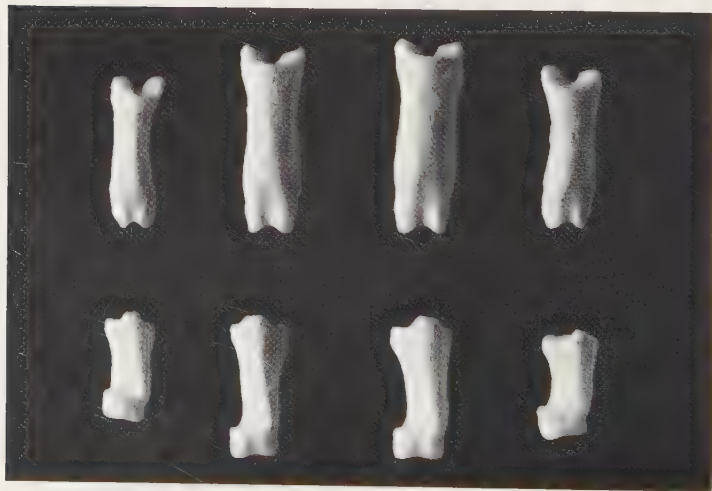


Abb.5. Phalanges proximales und mediae des rechten Hinterfußes, Dorsalansicht.

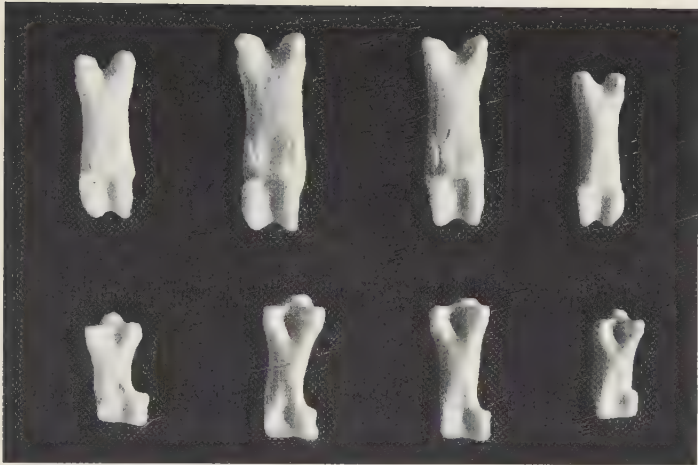


Abb.6. Phalanges proximales und mediae des rechten Hinterfußes, Plantaransicht.

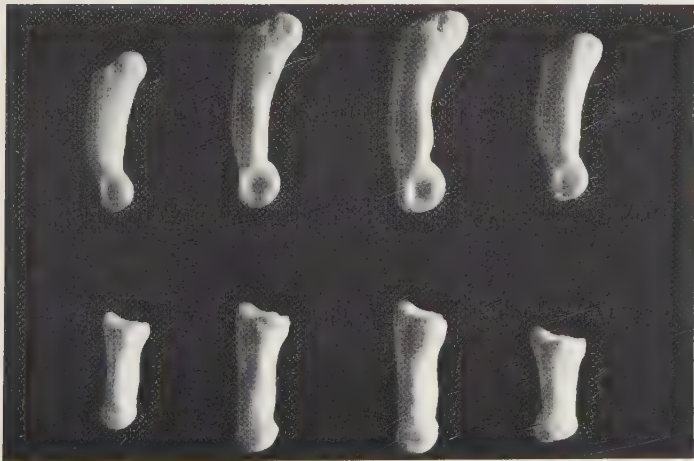


Abb.7. Phalanges proximales und mediae des rechten Hinterfußes, Zehe V-II, mediale Ansicht.

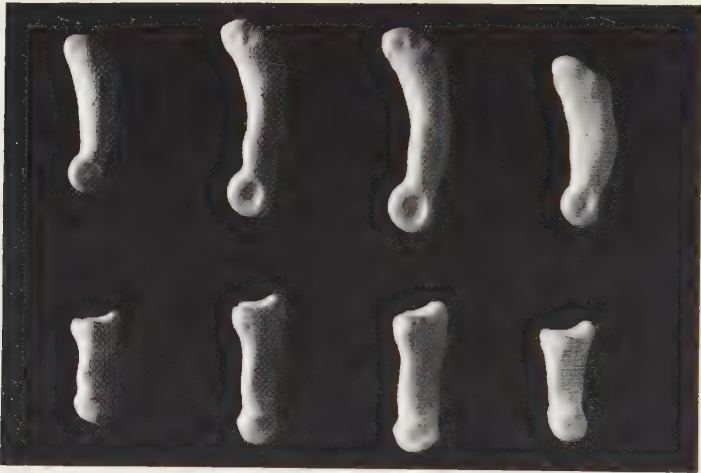


Abb. 8. Phalanges proximales und mediae des rechten Hinterfußes, Zehe V-II, laterale Ansicht.



Abb. 9. Proximale Gelenkflächen der Phalanges proximales, rechter Hinterfuß, Zehe II-V.



Abb.10. Distale Gelenkflächen der Phalanges proximales, rechter Hinterfuß, Zehe II-V.



Abb.11. Proximale Gelenkflächen der Phalanges mediae, rechter Hinterfuß, Zehe V-II.



Abb.12. Distale Gelenkflächen der Phalanges mediae des rechten Hinterfußes, Zehe V-II.

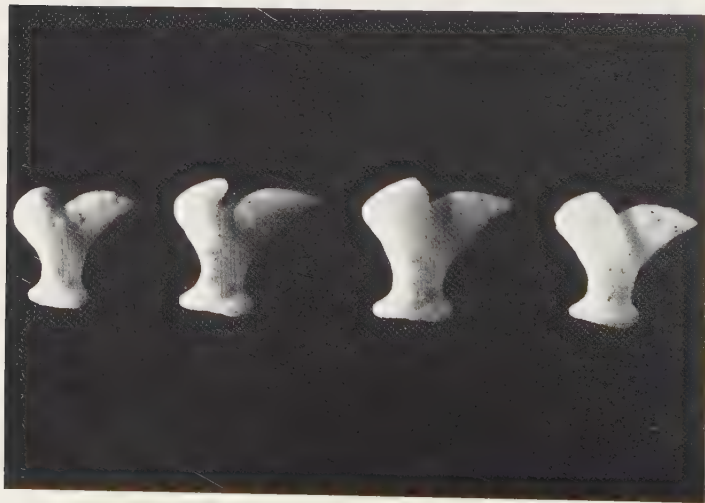


Abb.13. Phalanges distales des rechten Hinterfußes, Zehe V-II, laterale Ansicht.



Abb.14. Phalanx distalis der III. Zehe rechts,
ohne Hornkralle.
Phalanx distalis der IV. Zehe rechts,
mit Hornkralle.



Abb.15. Gelenkfläche der Phalanx distalis der III.
Zehe rechts, proximale Ansicht.

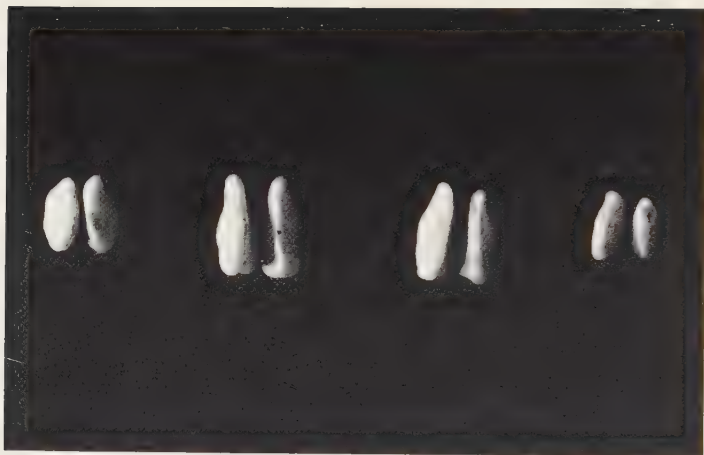


Abb. 16. Ossa sesamoidea proximalia des rechten Hinterfußes, plantare Ansicht.



Abb. 17. Ossa sesamoidea proximalia des rechten Hinterfußes, dorsale Ansicht.

4.2. BANDAPPARAT

Die Bänder der Zehengelenke entsprechen in der Stärke ihrer Ausbildung dem zugehörigen Zehenstrahl, weshalb sie an der dritten und vierten Zehe stets kräftiger sind als an der zweiten und fünften.

4.2.1. BÄNDER DER ARTICULATIO METATARSOPHALANGEA

Am Zehengrundgelenk treten Seitenbänder und Sesambeinbänder auf. Die Seitenbänder werden durch die Ligg. collateralia lat. und med. repräsentiert.

4.2.1.1. SEITENBÄNDER

Das Ligamentum collaterale laterale (Abb. 18/1) und das Ligamentum collaterale mediale (Abb. 19/1) entspringen kurz über der Trochlea vom Bandhöcker der Metatarsalknochen sowie vom dorsalen Teil der darunter gelegenen Bandgrube. An ihrem Ursprung sind sie ca. 0,6-0,9 mm breit und ziehen, sich auf 1,2- 1,5 mm verbreiternd, in disto-plantarer Richtung zum Bandhöcker der Phalanx proximalis. Hier setzen sie am distalen Rand der Bandhöcker an und bedecken deren ganze Erhebung. Distal und plantar werden die Ligg. collateralia von den Ligg. sesamoidea collateralia begrenzt. In 11% der Fälle bestehen die Seitenbänder, entweder nur ein- oder auch beidseitig, noch aus einem zusätzlichen Anteil. Neben der o.a. kürzeren, aber kräftigen Portion kommt noch ein wesentlich längerer und schmalerer Anteil hinzu. Dieser entspringt 2-3 mm oberhalb der Bandhöcker der Ossa metatarsalia, auf der medialen und/oder der lateralen Seite, um dann in fast senkrechtem Verlauf ebenfalls distal an den Bandhöckern der Phalanx proximalis anzusetzen. In seinem Verlauf kreuzt der Schenkel proximal das kräftigere Seitenband, dessen Ursprung dadurch fast ganz verdeckt wird und kommt an seiner Ansatzstelle

direkt vor dessen dorsaler Kante zu liegen. Während eine derartige Aufteilung der Kollateralbänder an der fünften Zehe in keinem Fall auftrat, konnte dies zweimal an der zweiten, siebenmal an der dritten und achtmal an der vierten Zehe festgestellt werden.

4.2.1.2. SESAMBEINBÄNDER

Die Ossa sesamoidea proximalia lagern sich beiderseits des Sagittalkammes dem Kaput der Metatarsalknochen plantar gelenkig an. Mit ihrer verdickten Basis stellen sie sich den proximalen Bandhöckern der jeweiligen Phalanx proximalis gegenüber und werden durch im folgenden beschriebene Strukturen befestigt.

4.2.1.2.1. PROXIMALE BEFESTIGUNG

Proximale Sesambeinbänder sind bei der Katze nicht ausgebildet. Stattdessen übernehmen an der zweiten bis fünften Zehe die fleischigen Mm. interossei deren Aufgabe. Die Katze besitzt vier Mm. interossei, die sich aus mehreren Muskelbäuchen zusammensetzen und den Metatarsalknochen plantar direkt anliegen (LANGE, 1970). Sie erstrecken sich distal bis zur Spitze der Sesambeine. In der Mitte eines jeden M. interosseus verläuft eine dünne, sehnige, sagittal gestellte Platte, die sich auf Höhe der Sesambeine transversal verbreitert und proximal an deren Spitze und den Seitenflächen ansetzt. Gleichzeitig werden von ihr bindegewebige Züge zur Gelenkkapsel und zum Korpus der Metatarsalknochen entsandt. Außerdem enthält jeder Muskel an seinen Außenflächen noch einen schmalen, sehnigen Strang, der ebenfalls distal zieht und sich verbreiternd, proximal an den entsprechenden Sesambeinen ansetzt.

4.2.1.2.2. MITTLERE SESAMBEINBÄNDER

Ligamentum palmare

Jedes Sesambeinpaar wird durch ein sehr festes und hartes Querband miteinander verbunden. Dieses füllt den Raum zwischen den beiden Knochen ganz aus und tritt auch auf die axialen Sehnengleitflächen der Ossa sesamoidea über. Das Lig. palmare bildet so zusammen mit den Sesambeinen eine glatte und muldenförmig vertiefte Gleitfläche für die Beugesehnen der Zehen. Distal und proximal überragt das Querband die Sesambeine nicht.

Ligamenta sesamoidea collateralia

Die Ligg. sesamoidea collateralia setzen sich jederseits aus zwei Bändern zusammen, von denen das eine nach proximal zum Kaput der Ossa metatarsalia und das andere nach distal zur Basis der Phalanx prox. zieht.

- Der proximale Teil des Lig. sesamoideum collaterale lat. (Abb. 18/2) entspringt in der plantaren Hälfte der abaxialen Seitenfläche des lateralen Sesambeins, wobei das Band ca. 0,9-1,2 mm breit ist und sich mit seinem Ursprung im distalen Drittel der Sesambeinseitenfläche ausdehnt. Es zieht in dorsoproximaler Richtung über den Gelenkspalt der Art. metatarsophalangea hinweg, um, zunehmend schmaler werdend, in der lateralen Bandgrube des Metatarsalknochens anzusetzen. Hier ist es nur noch ca. 0,5-0,8 mm breit und füllt die Bandgrube dorsal nicht ganz aus, da an dieser Stelle, wie bereits beschrieben, ein Teil des Lig. collaterale lat. entspringt. In seinem ganzen Verlauf liegt das Sesambeinband plantar, direkt neben dem Kollateralband des Zehengrundgelenks, das insgesamt breiter und kräftiger erscheint. Beide ziehen annähernd parallel, so daß sie sich zunächst wie ein einziger breitgefächerter Strang darstellen. Am Ansatz des Lig. sesamoideum collaterale lat. schiebt sich dieses mit seinem dorsalen Rand etwas unter den Ursprung des Lig. collaterale lat. ein.

- Der distale Teil des Lig. sesamoideum collaterale lat. (Abb. 18/3) ist riemenartig und wesentlich schmaler als der proximale. Das Band entspringt distopltar von der abaxialen Seitenfläche des Sesambeines und überquert in dorsodistaler Richtung den Gelenkspalt, wobei es am unteren Rand des Lig. collaterale lat. entlangläuft. Es verändert seine Breite von ca. 0,4-0,5 mm nicht und setzt dorsal am distalen Rand der lateralen Seitenfläche des gleichseitigen Bandhöckers der Phalanx proximalis an. Dabei ragt es über den am weitesten dorsal gelegenen Ansatzpunkt des Lig. collaterale lat. noch etwas hinaus oder schließt mit diesem ab.

Das Lig. sesamoideum collaterale mediale (Abb. 19/2,3) zeigt auf der medialen Seite der Art. metatarsophalangea den gleichen Ursprung, Ansatz, Verlauf und die Aufteilung in zwei Teile wie das Lig. sesamoideum collaterale lat.

Retinacula der Muskulatur

In 62% der Fälle konnten auf einer oder auf beiden Seiten des Gelenks, sehr dünne, aber deutliche Faserzüge isoliert werden, die von der benachbarten Zehenmuskulatur bzw. deren Sehnenzügen, stammen. Sie setzen plantar auf halber Höhe der seitlichen Sesambeinaußenflächen, direkt unter dem Ansatz des zu den Sesambeinen ziehenden Astes der Mm. interossei, an. Die Faserzüge zeigen horizontalen Verlauf und überqueren, dorsal ziehend, die Ligg. sesamoidea collateralia und die Ligg. collateralia proximal des Gelenkspalts. Auf der dorsalen Seite verschmelzen sie dann mit den Endsehnen folgender Zehenmuskulatur: An der zweiten, dritten und vierten Zehe auf der lateralen Seite jeweils mit dem M. extensor digit. brevis, an der fünften Zehe lateral mit dem M. extensor digit. lat. und auf der medialen Seite an allen Zehen mit dem M. extensor digit. longus.

Eine Übersicht über das Auftreten dieser Faserzüge gibt nachfolgende Tabelle.

Tab. 2. Vorkommen der Verstärkungszüge (Retinacula) an den Zehen der Hintergliedmaße der Hauskatze.

Zehe	lateral	medial	Summe
II	8	7	15
III	14	13	27
IV	16	16	32
V	13	12	25

4.2.1.2.3. DISTALE SESAMBEINBÄNDER

Ligamenta sesamoidea cruciata

Die Ligg. sesamoidea cruciata sind deutlich an der plantaren Seite der Art. metatarsophalangea zu erkennen. Sie bestehen aus zwei sich kreuzenden glänzenden Bandplatten, die ca. 0,8-1,0 mm breit sind. Ihr Ursprung liegt jeweils plantar an der Basis beider Sesambeine. Sie ziehen dann, sich gegenseitig durchkreuzend, an die proximalen Bandhöcker der entgegengesetzten Seite der zugehörigen Phalanx proximalis und bedecken deren Plantarfläche zu zwei Drittel. Die zwischen den Bandhöckern bestehende plantare Rinne wird von den Ligg. sesamoidea cruciata vollständig bedeckt.

Beide Bandplatten sind in ihrer ganzen Breite immer nur in den oberflächlichsten Schichten deutlich voneinander getrennt, wobei sie sich unterschiedlich überlagern. Entweder bildet das vom lateralen Sesambein zum medialen Bandhöcker ziehende, oder das entgegengesetzt verlaufende Band die oberste, also am weitesten plantar gelegene, Schicht. Eine entsprechende Übersicht gibt Tabelle 3.

In den tieferen Bereichen kommt es dagegen zu einer vollständigen Durchkreuzung der einzelnen Fasern der Ligg. sesamoidea cruciata, so daß beide Bänder nicht mehr voneinander zu trennen sind.

Tab. 3. Vorkommen und Verlaufsrichtung der am oberflächlichsten gelegenen Fasern der Ligg. sesamoidea cruciata.

Zehe	von lateral nach medial	von medial nach lateral
II	15	3
III	9	11
IV	7	10
V	9	9

In sieben Fällen kam es bereits in der ersten Schicht der Ligg. sesamoidea cruciata zu einer Überkreuzung einzelner Fasern, so daß beide Bänder in ihrer gesamten Dicke nicht mehr zu trennen sind.

Ligamenta sesamoidea brevia

Nach Entfernen der Ligg. sesamoidea cruciata kommen zwei sehr kurze Bänder zum Vorschein, die plantar mit der Wand der Gelenkkapsel fest verwachsen sind. Sie verbinden das laterale und mediale Sesambein mit dem zugehörigen gleichseitigen proximalen Bandhöcker der Phalanx proximalis. Die Ligg. sesamoidea brevia kommen dorsal von der Basis der Sesambeine und inserieren nach kurzem, distal gerichtetem Verlauf proximal an den einander zugekehrten seitlichen Flächen des lateralen bzw. medialen Bandhöckers. Dabei erstrecken sie sich fast bis zum Boden der plantaren Einkerbung, die sich zwischen beiden Bandhöckern befindet.

Sesambeinäste der Mm. interossei

Wie bereits im proximalen Bereich, tragen die Mm. interossei auch distal zur Befestigung der Sesambeine bei. Zehenwärts teilt sich jeder M. interosseus in zwei Sehnen auf, die abaxial am dorsalen Rand der entsprechenden Ossa sesamoidea proximalia entlangziehen. Etwa im proximalen Drittel der Sesambeine geben diese einen plantaren tiefen Anteil für die Sesambeine selbst

ab, während der oberflächliche Anteil weiter distal strebt. Dieser schlägt sich, pro Zehe paarig, lateral bzw. medial um die Phalanx proximalis herum und verschmilzt als Unterstützungssehne mit den entsprechenden Ästen des M. extensor digit. longus bzw. des M. extensor digitalis lateralis. Der tiefe Anteil ist ca. 1,2-1,5 mm breit und heftet sich am plantaren Rand der seitlichen Außenflächen des lateralen und medialen Sesambeines an. An seinem Ansatz bedeckt er eine Fläche, die von halber Höhe der Sesambeine bis zum distalen Drittel reicht.

Die dorsalen Sesambeine der Art. metatarsophalangea werden durch Retinacula mit den Einzelsehnern des gemeinsamen Zehenstreckers befestigt. Ein distales Band, das die Sesambeine an die Dorsalfläche der Phalanx proximalis anheftet, ließ sich bei der Katze nicht darstellen.

4.2.2. BÄNDER DER ARTICULATIO INTERPHALANGEA PROXIMALIS

Die Bänder dieses Gelenks werden nur durch die beiden Seitenbänder, Ligamentum collaterale laterale und mediale vertreten (Abb. 18, 19/4).

Sie sind zwischen der lateralen bzw. medialen Bandgrube der Phalanx proximalis und den entsprechenden proximalen Bandhöckern der Phalanx media ausgespannt. Die Seitenbänder sind kürzer und kräftiger als die Ligg. collateralia der Art. metatarsophalangea. Wie diese, überqueren sie die Gelenkspalte in distoplantarer Richtung. An ihrem Ursprung sind sie ca. 0,6-0,9 mm breit und füllen die Bandgruben vollständig aus. Die Bandhöcker, an denen sie breiter werdend inserieren, sind an ihren seitlichen Außenflächen sowie plantar von den Ligg. collateralia bedeckt. Am Ansatz weisen laterales und mediales Kollateralband eine Breite von ca. 1,5-1,8 mm auf.

4.2.3. BÄNDER DER ARTICULATIO INTERPHALANGAEA DISTALIS

Zu den Bändern des Zehenendgelenkes gehören die Seitenbänder, die Aufhängebänder des distalen Sesambeines und die elastischen Dorsalbänder.

4.2.3.1. SEITENBÄNDER

Die Ligamenta collateralia laterale und mediale (Abb. 18,19/5) sind nicht so kräftig ausgebildet wie die der vorhergehenden Zehengrund- und Zehenmittelgelenke. Sie entspringen aus der lateralen bzw. medialen Bandgrube der Phalanx media und treten dann, sich fächerförmig verbreiternd, an die laterale bzw. mediale Seitenfläche der Crista unguicularis des Krallenbeins. Dabei beanspruchen sie das plantare Drittel dieser Knochenleiste und inserieren mit einigen Fasern auch am Tuberculum flexorium. Bei ausgestreckter Kralle ist die Verlaufsrichtung beider Kollateralbänder leicht distoplantar. Am Ursprung sind die Lig. collateralia ca. 1,2 - 1,5 mm, an ihrem Ansatz ca. 1,9 - 2,3 mm breit.

4.2.3.2. SESAMBEINBÄNDER

Das distale Sesambein ist plantar an der Art. interphalangea distalis durch Aufhängebänder befestigt, die als Verstärkungszüge der Gelenkkapsel zu werten sind. Die Ligamenta sesamoidea collateralia laterale und mediale sind nicht scharf von der Umgebung abgesetzt und bestehen aus einem dünnen, proximal zur Phalanx media und einem dickeren, zur Phalanx distalis ziehenden Schenkel. Das proximale Band (Abb. 18,19/6) tritt an die laterale bzw. mediale Seite des Sesambeins und kommt in fast horizontalem Verlauf vom Kaput der Phalanx media. Dort verschmilzt es am Ursprung der Lig. collateralia lat. bzw. med. mit deren plantar gelegenen Fasern.

Der distal ziehende Schenkel (Abb. 18,19/7) entspringt lateral bzw. medial vom Sesambein, etwas unterhalb des proximalen Bandes. Er überquert dorsodistal die Gelenkspalte und verschmilzt mit dem plantaren Teil des an der Crista unguicularis ansetzenden Lig. collaterale. Die Kollateralbänder und die Sesambeinbänder des Zehengelenks bilden auf der lateralen wie auf der medialen Seite jeweils ein mit der Spitze zum Sesambein gerichtetes Dreieck.

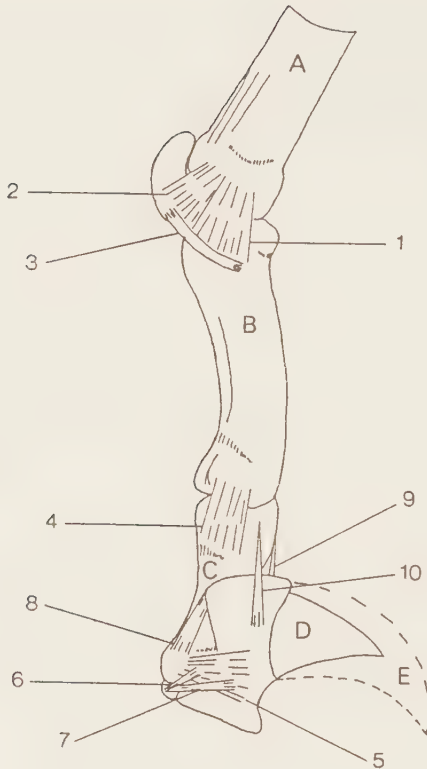


Abb. 18. Bandapparat der Gelenke der 3. Zehe. Rechter Hinterfuß, laterale Ansicht.

A Os metatarsale; B Phalanx proximalis; C Phalanx media; D Phalanx distalis; E Umriß der Krallentüte.

1 Lig. collaterale lat. der Art. metatarsophalangea; 2 und 3 Lig. sesamoideum collaterale lat., 2 proximaler Teil, 3 distaler Teil; 4 Lig. collaterale lat. der Art. interphalangea prox.; 5 Lig. collaterale lat. der Art. interphalangea dist.; 6 und 7 Lig. sesamoideum collaterale lat., 6 proximaler Teil, 7 distaler Teil; 8 Lig. dorsale breve; 9 Lig. dorsale longum mediale; 10 Lig. dorsale longum laterale.

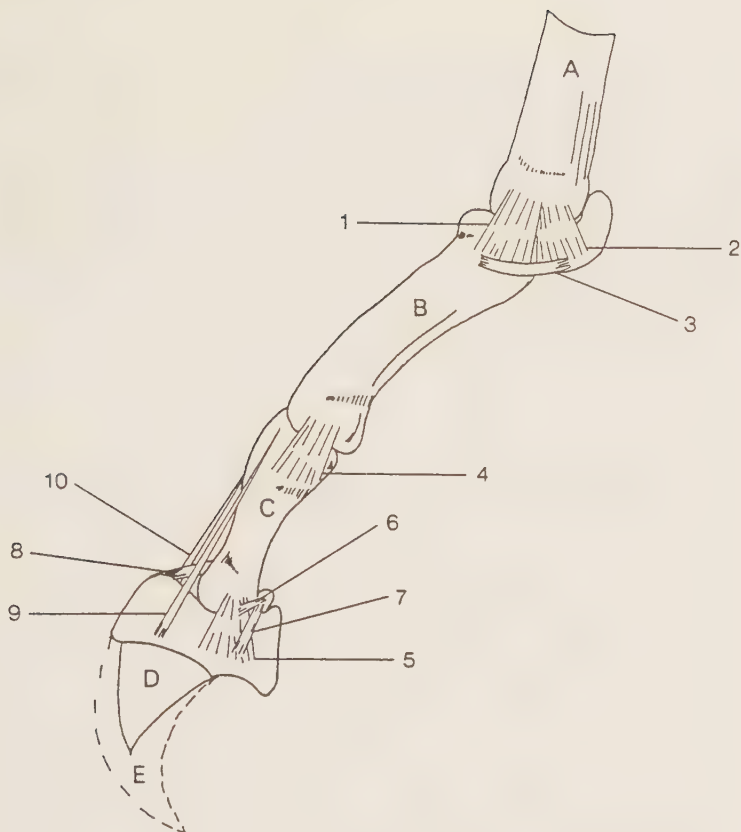


Abb. 19. Bandapparat der Gelenke der 3. Zehe. Rechter Hinterfuß, mediale Ansicht.

A Os metatarsale; B Phalanx proximalis; C Phalanx media; D Phalanx distalis; E Umriß der Krallentüte.

1 Lig. collaterale med. der Art. metatarsophalangea; 2 und 3 Lig. sesamoideum collaterale med., 2 proximaler Teil, 3 distaler Teil; 4 Lig. collaterale med. der Art. interphalangea prox.; 5 Lig. collaterale med. der Art. interphalangea dist.; 6 und 7 Lig. sesamoideum collaterale med., 6 proximaler Teil, 7 distaler Teil; 8 Lig. dorsale breve; 9 Lig. dorsale longum mediale; 10 Lig. dorsale longum laterale.

4.2.3.3. LIGAMENTA DORSALIA

Die Ligamenta dorsalia stellen elastische, gelbliche Faserzüge unterschiedlicher Stärke dar. Das kürzeste und zugleich kräftigste Band ist das Ligamentum dorsale breve (Abb. 18,19/8). Es verkehrt zwischen der Phalanx media, an deren lateroplantarer Seite es unmittelbar über dem distalen Bandhöcker entspringt, und der Crista ungularis des Krallenbeins. Dabei setzt es proximomedian am Dorsalwulst der Krallenleiste an.

Neben dem Lig. dorsale breve, das sich an allen Zehen stets gleich verhält, existieren als weitere elastische Bänder die Ligamenta dorsalia longa. Sie sind länger, aber bei weitem nicht so kräftig wie das kurze Dorsalband und zeigen in Bezug auf Ursprung, Verlauf und Gestaltung eine große Variationsbreite an den einzelnen Zehen (siehe unten). Konstant dagegen ist ihr Ansatz: Stets enden die Bänder, sich fächerförmig verbreiternd, entweder medial oder lateral am scharfen Rand der Krallenleiste. Ein geringer Teil der elastischen Bänder zieht jedoch zur dorsoproximalen Fläche der Krallenleiste, wo auch das Lig. dorsale breve inseriert. Diese bleiben strangförmig und verbreitern sich nicht. Gemäß ihrem Ansatz kann man drei Ligamenta dorsalia longa unterscheiden:

1. ein Ligamentum dorsale longum laterale,
2. ein Ligamentum dorsale longum mediale,
3. ein Ligamentum dorsale longum proximale.

Die beiden seitlichen langen elastischen Dorsalbänder strahlen mit einigen Fasern, nahe ihrem Umschlagsgebiet auf die Krallenleiste, zusätzlich in die Haut ein.

Der genaue Ursprung, Verlauf und Ansatz der Ligg. dorsalia ist nach Häufigkeit des Vorkommens geordnet den halbschematischen Abbildungen 20 - 23 zu entnehmen.

Zusammenfassend läßt sich dabei folgendes feststellen:
 Bis auf wenige Ausnahmen, auf die später noch eingegangen wird, gibt es an jeder Katzenzehe der Hintergliedmaße grundsätzlich zwei lange Bänder, nämlich ein Lig. dorsale longum laterale (Abb.18,19/10) und ein Lig. dorsale longum mediale (Abb.18,19/9). In 15% der Fälle existiert noch ein sehr schmales, feines drittes Band, das Lig. dorsale longum proximale. Die Ligg. dorsalia longa lat. und med. sind zu 55% gleich dick. In 30% der Fälle ist das mediale, in 15% der Fälle das laterale dicker.

Der Ansatz der beiden seitlichen langen Bänder liegt, wie bereits beschrieben, immer an den Seitenflächen der Krallenleiste, überwiegend in deren plantaren Hälfte.

Die drei Ligg. dorsalia longa entspringen meistens direkt vom Knochen: seitlich vom Kaput der Phalanx proximalis bzw. von der Basis der Phalanx media, seltener dorsal aus dem sog. "Tendo compositus" (LANGE, 1970), einem sehnigen Strang, der aus der Vereinigung der Unterstützungssehnen der Mm. interossei mit den entsprechenden Strecksehnen des M. extensor digit. longus und lateralis hervorgeht. Diese enden gemeinsam am Streckfortsatz der Phalanx media. Oberflächliche Anteile daraus ziehen dann als "Tendo compositus" distal weiter und setzen dorsal am Krallenbein an. An der dritten und vierten Zehe beteiligt sich die lange Strecksehne bei der Katze nicht an der Bildung des "Tendo compositus" (LANGE, 1970).

Kommen die Bänder vom Kaput der Phalanx proximalis, so entspringen sie vom distalen Rand der lateralen oder medialen Bandgrube, entweder dorsal oder auch weiter plantar, so daß sie teilweise unterhalb des Ursprungs der entsprechenden Ligg. collateralia liegen. Auch an der Basis der Phalanx media ist ihr Ursprung über die ganze Breite der lateralen und medialen Seitenflächen verteilt, wobei im Falle von mehr plantar entspringenden Bändern

diese vom Ansatz der Ligg. collateralia bedeckt werden. Gehen die elastischen Dorsalbänder aus dem "Tendo compositus" hervor, so zweigen sie meist dorsal, auf Höhe des Mittelgelenkspalts bzw. etwas distal davon, ab. Selten entspringen sie seitlich oder sogar von der Unterseite des "Tendo compositus".

Aufgrund ihrer Gestaltung können bei den Ligg. dorsalia longa lat. und med. grundsätzlich drei Typen unterschieden werden:

1. Einschenkeliger Typ

Die Ligg. dorsalia bestehen aus einem einzigen Strang mit einem Ursprung und einem Ansatz.

2. Zweischenkeliger Typ

Die langen elastischen Dorsalbänder haben zwei verschiedene Ursprungspunkte. Die beiden daraus hervorgehenden Schenkel verschmelzen jedoch nach kurzem Verlauf miteinander und bilden so wieder einen gemeinsamen Strang mit einem Ansatz.

3. Zwei getrennte Schenkel

Ein Lig. dorsale longum besteht aus zwei eigenständigen Schenkeln, die nicht miteinander verschmelzen. Sie entspringen getrennt voneinander und setzen, wenn auch auf der gleichen Seite der Krallenleiste, eigenständig an.

Der Ursprung des Lig. dorsale longum laterale liegt, bis auf wenige Ausnahmen an der fünften Zehe, stets auf der lateralen Seite. Der Ursprung kann sich nach dorsal maximal bis zum "Tendo compositus" verschieben, jedoch nicht auf die mediale Seite. Anders dagegen das Lig. dorsale longum mediale, das häufiger auch von lateral entspringt und, wenn es nicht nur einschenkelig ist, auch von lateral und medial.

Ligg. dorsalia longa proximalia sind seltener anzutreffen, an der dritten Zehe sind sie in keinem Fall

vorhanden. Ihr Ursprung liegt stets lateral, überwiegend an der Phalanx media.

Tab. 4. Vorkommen und Ursprung der Ligg. dorsalia longa proximalia an den Zehen der Hintergliedmaße der Hauskatze.

	Zehe II	Zehe III	Zehe IV	Zehe V
Fälle mit Ligg. dorsalia longa proximalia	4	0	3	5
davon Ursprung:				
Ph I lat.	1		1	
Ph II lat.	3		2	5

Abb. 20.-23. Die *Ligg. dorsalia longa* an den Zehen der Hintergliedmaße der Hauskatze, nach der Häufigkeit ihres Vorkommens geordnet, halbschematisch.

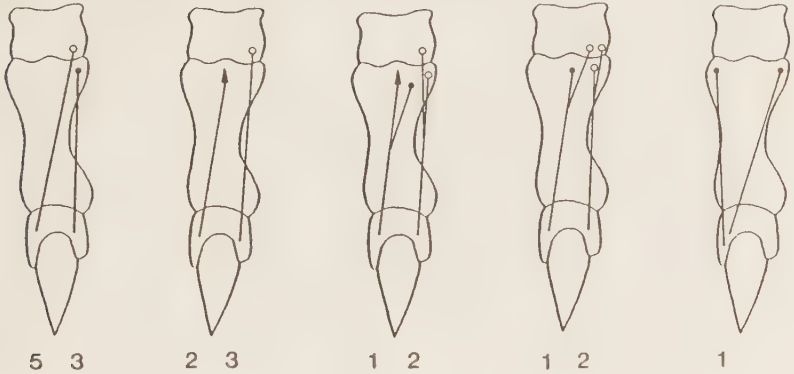
Erläuterungen zu den Abb. 20-23

- Der proximale Knochenteil stellt das Kaput der Phalanx proximalis dar.
- Mitteldicke Striche : *Ligg. dorsalia longa lat.*, med. und dors.
- Die Seitenbezeichnung der Bänder richtet sich nach ihrem Ansatzpunkt an der Krallenleiste.
- • Ursprung am Knochen, freiliegend.
- o Ursprung am Knochen verdeckt, unter dem entsprechenden *Lig. collaterale* der *Art. interphalangea prox.* gelegen.
- ▲ Ursprung vom "*Tendo compositus*".
- Die Zahlen geben die Häufigkeit des Vorkommens der dargestellten Variation an.

Abb. 20.

ZEHE II

Ligamenta dorsalia longa lat. und med.

linksrechtslinksLigamenta dorsalia
longa proximalia

Ligamenta dorsalia longa lat. und med.

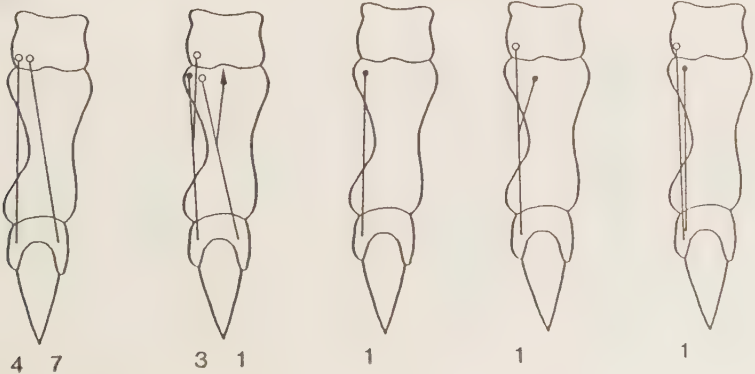
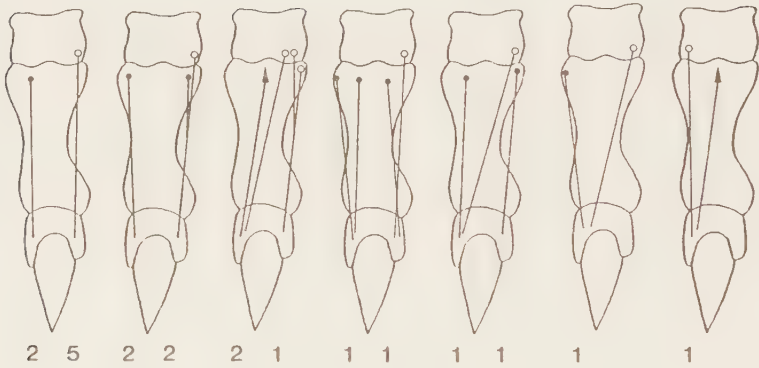
rechts

Abb. 21.

ZEHE III

Ligamenta dorsalia longa lat. und med.

links

Ligamenta dorsalia longa lat. und med.

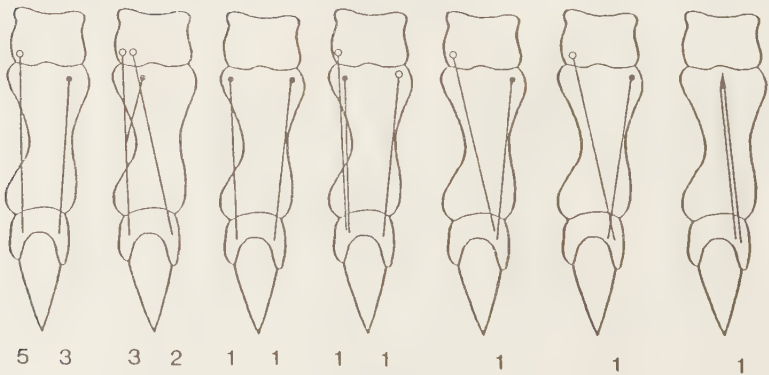
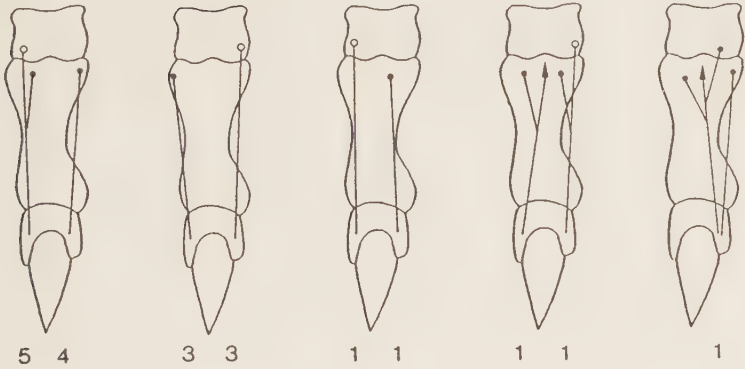
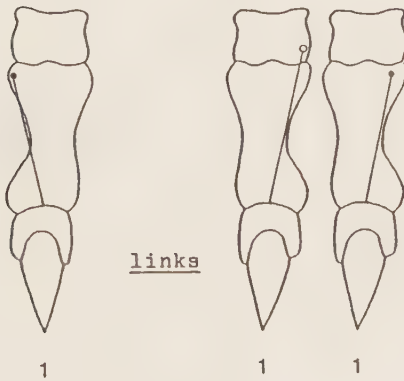
rechts

Abb. 22.

ZEHE IV

Ligamenta dorsalia longa lat. und med.

linksLigamenta dorsalia
longa proximaliarechtslinks

Ligamenta dorsalia longa lat. und med.

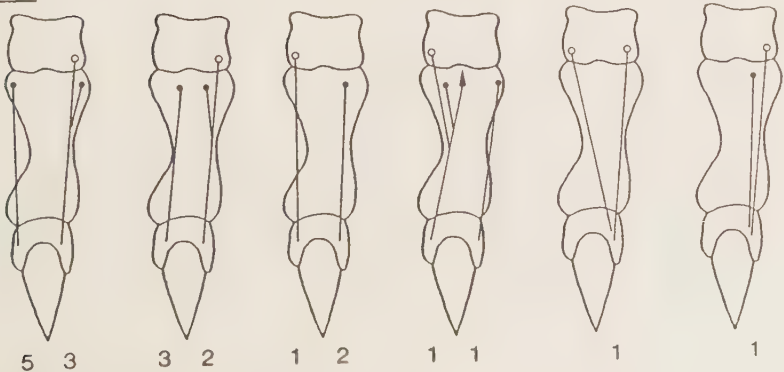
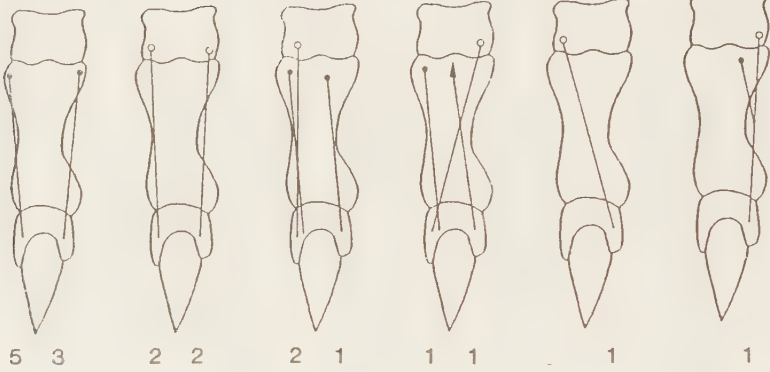
rechts

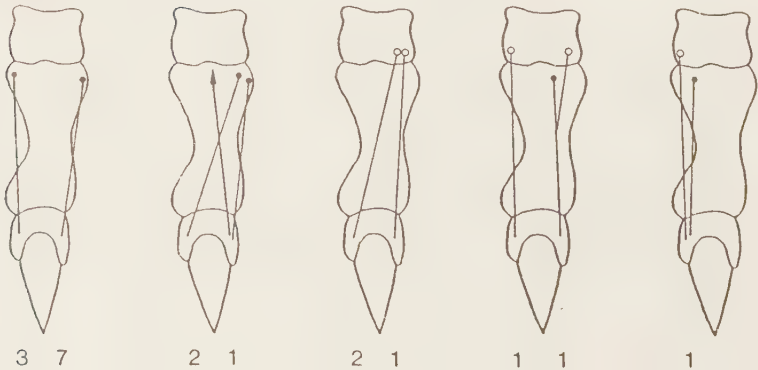
Abb. 23.

ZEHE V

Ligamenta dorsalia longa lat. und med.

linksrechtslinksLigamenta dorsalia
longa proximaliarechts

Ligamenta dorsalia longa lat. und med.



Um einen besseren Überblick über das Verhalten der Lig. dorsalia longa lat. und med. an den einzelnen Zehen zu erlangen, sind die Bänder in den Abbildungen 24 - 27 ihrem Typ nach geordnet schematisch dargestellt. Die Häufigkeit dieser Variationen in Verbindung mit dem Ursprung ist in Tabelle 5 aufgelistet.

An den einzelnen Zehen sind folgende Besonderheiten festzustellen:

Der am häufigsten vorkommende Typ der elastischen Dorsalbänder ist an allen Zehen der einschenkelige. Eine Ausnahme bildet die vierte Zehe, auf die später noch eingegangen wird.

Der Ursprung des einschenkeligen Lig. dorsale longum laterale erfolgt an den Zehen II und III überwiegend von der Phalanx proximalis, an den Zehen IV und V jedoch von der Phalanx media. An den Zehen II-IV beginnt das elastische Band stets auf der lateralen Seite, an der fünften Zehe in 5 Fällen aber auch medial.

Das Lig. dorsale longum mediale entspringt nur an der zweiten Zehe am häufigsten von der Phalanx proximalis, an allen anderen Zehen dagegen von der Phalanx media. Dabei kommt es an der vierten und fünften Zehe nur von medial, an der dritten Zehe in zwei Fällen auch von lateral und an der zweiten Zehe in allen Fällen nur von lateral.

Der zweischenkelige Typ ist seltener als der vorhergehende.

Eine Ausnahme bildet das Lig. dorsale longum mediale, das in dieser Form an der dritten Zehe überhaupt nicht erscheint, an der vierten Zehe dagegen noch häufiger als der einschenkelige Typ anzutreffen ist.

Das Lig. dorsale longum laterale tritt zweischenkelig besonders an der zweiten und vierten Zehe in Erscheinung. In der Mehrzahl der Fälle entspringt bei diesem Typ der eine Schenkel von der Phalanx proximalis und der andere

von der Phalanx media. Dies gilt sowohl für das laterale, als auch für das mediale elastische Band. An der zweiten und vierten Zehe wird auch der "Tendo compositus" in den Ursprung mit einbezogen.

Der dritte Typ, bei dem die Dorsalbänder aus zwei getrennten Schenkeln bestehen, kommt am seltensten vor.

Auch hier stellt das mediale elastische Band wieder eine Besonderheit dar, indem es an der dritten Zehe neun mal, also in fast der Hälfte der Fälle, in dieser Form anzutreffen ist. Dabei entspringt am häufigsten der eine Schenkel von lateral und der andere von medial.

Das Lig. dorsale longum laterale tritt nur selten in dieser Form auf. Beide Schenkel nehmen ihren Ursprung dabei stets von lateral.

- Das Fehlen eines der Ligg. dorsalia longa lat. und med. ist in vier Fällen festzustellen. An der zweiten Zehe kommt in zwei Fällen kein Lig. dorsale longum mediale, an der fünften Zehe ebenfalls in zwei Fällen kein Lig. dorsale longum laterale, vor. Teilweise wird dies dadurch ausgeglichen, daß das verbleibende Band dann aus zwei starken, getrennten Schenkeln besteht.

Tab. 5. Vorkommen und Ursprung der verschiedenen Typen der Ligg. dorsalia longa lat. und med. an den Zehen der Hintergliedmaße der Hauskatze.

	Zehe II		Zehe III		Zehe IV		Zehe V	
	lat.	/ med.	lat.	/ med.	lat.	/ med.	lat.	/ med.
Ligg. dorsalia longa								
Typ : a) <u>einschenkelig</u>	<u>11</u>	<u>14</u>	<u>12</u>	<u>11</u>	<u>17</u>	<u>7</u>	<u>16</u>	<u>15</u>
Ursprung : Ph prox., lateral	7	12	10	2	4	1	3	3
" " , medial							3	
Ph media, lateral	4		2		13	6	7	
" " , medial				9			2	12
"T. c."		2					1	
Typ : b) <u>zweischenkelig</u>	<u>8</u>	<u>3</u>	<u>6</u>	<u>0</u>	<u>2</u>	<u>11</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
Ursprung : Ph prox. u. Ph media	8	1	6		2	10	1	1
"T. c." u. Ph media		2				1		
Typ : c) 2 getrennte Schenkel	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>9</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>4</u>
Ursprung : nur Ph prox.						1		
" Ph media		1		1			1	
" "T. c."				1				
Ph prox. u. Ph media	1		2	4	1	1		3
"T. c." u. Ph prox.				3				
"T. c." u. Ph media								1

Abb. 24.-27. Die Ligg. dorsalia longa lat. und med. an den Zehen der Hintergliedmaße der Hauskatze, nach Typen geordnet, schematisch.

Erläuterungen zu den Abb. 24-27

- Der proximale Knochenteil stellt das Kaput der Phalanx proximalis dar.
- Mitteldicke Striche : Ligg. dorsalia longa lat. und med.
- Gestrichelte Linien : Nur gelegentlich vorkommende Variation.
- Die Seitenbezeichnung der Bänder richtet sich nach ihrem Ursprung an der Krallenleiste.
- • Ursprung am Knochen.
- ▲ Ursprung vom "Tendo compositus".
- a) = einschenkeliger Typ,
- b) = zweischenkeliger Typ,
- c) = 2 getrennte Schenkel,
- d) = " " " , (nur in Abb. 25).
- Die Zahlen geben die Häufigkeit des Vorkommens des dargestellten Typs an.

Abb. 24.

ZEHE II

Ligamenta dorsalia longa lat. und med.

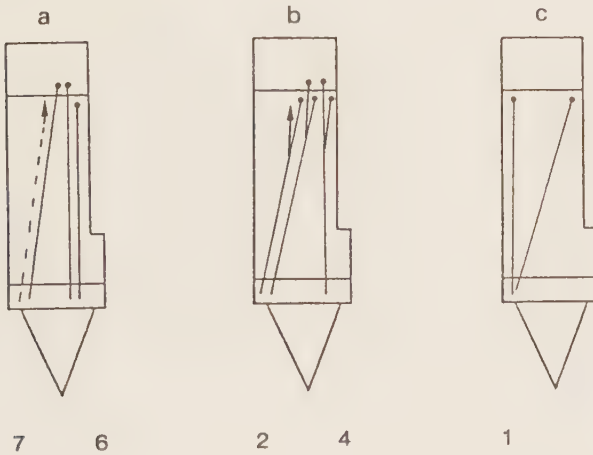
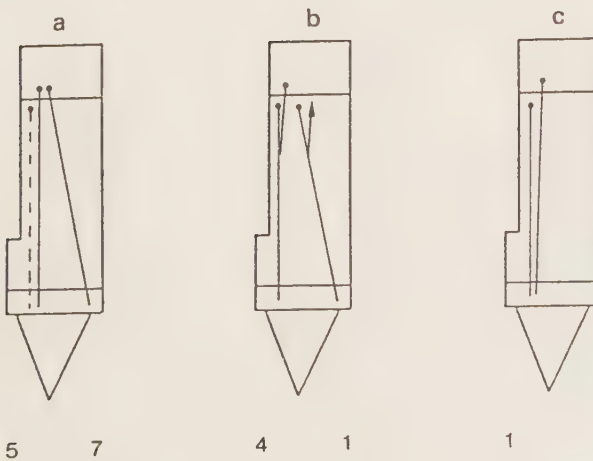
linksrechts

Abb. 25.

ZEHE III

Ligamenta dorsalia longa lat. und med.

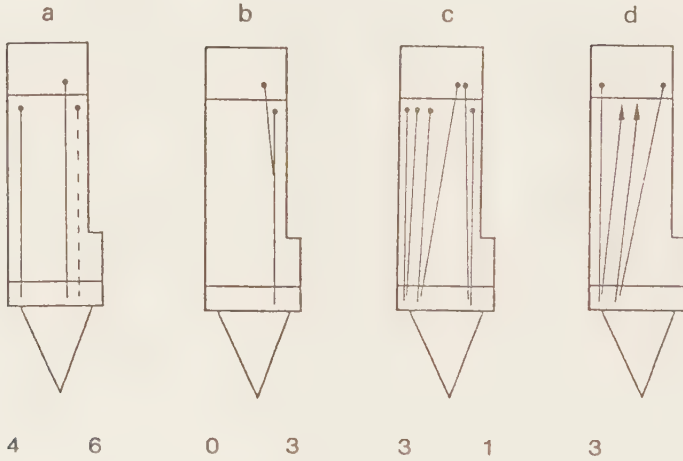
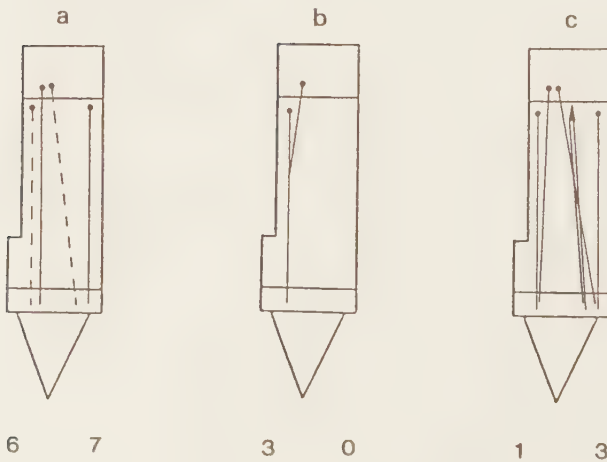
linksrechts

Abb. 26.

ZEHE IV

Ligamenta dorsalia longa lat. und med.

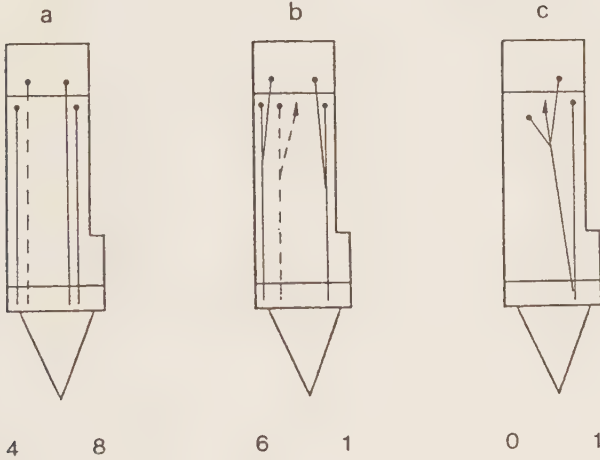
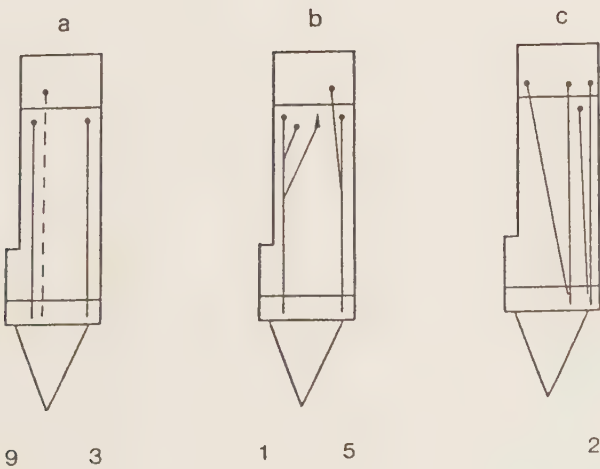
linksrechts

Abb. 27.

ZEHE V

Ligamenta dorsalia longa lat. und med.

links

7 8



0 1



3

rechts

8 8



0 1



1 1

4.2.4 VERBINDUNG DER ZEHEN MITEINANDER

BANDAPPARAT DES SOHLEN- UND DER ZEHENBALLEN

Auf der Plantarseite der *Articulatio metatarsophalangea* findet sich ein Bandapparat, der einerseits das Auseinanderweichen der Zehen verhindert und andererseits als Aufhängeband des Sohlenballens dient. Er besteht an der Hintergliedmaße der Katze aus folgenden Teilen:

4.2.4.1. OBERFLÄCHLICHES ZEHENSPANNBAND

Das oberflächliche Zehenspannband stellt ein schmales, gelbliches Querband dar, das zwischen den abaxialen Bandhöckern der Zehengrundglieder der zweiten und fünften Zehe ausgespannt ist. Dabei liegen Ursprung und Ansatz dorsal an der medialen bzw. lateralen Seitenfläche der Bandhöcker, direkt vor den dort ansetzenden *Ligg. collateralia* und *Ligg. sesamoidea collateralia*. Zudem ist das Band mit dem distalen Rand der Ringbänder der zweiten und fünften Zehe verwachsen. Das oberflächliche Zehenspannband ist in seinem Verlauf eng mit dem Sohlenballen verbunden, indem es seinen proximalen Rand begrenzt. Die sich in der Mitte des Ballenrandes treffenden Fasern durchkreuzen sich und biegen dann in einem weiten Bogen nach distal um. Dabei durchlaufen sie die laterale und mediale Furche, die zwischen den miteinander verschmolzenen beiden kleineren und dem größeren Ballen bestehen. Nach der Durchkreuzung zeigen die Fasern divergierenden Verlauf und verlieren sich zusehends im Ballengewebe.

Etwa ein Drittel der Fasern des oberflächlichen Zehenspannbandes ziehen ohne Unterbrechung von der zweiten zur fünften Zehe.

4.2.4.2. TIEFES ZEHENSPANNBAND

4.2.4.2.1. Seitliches tiefes Zehenspannband

Als seitliches tiefes Zehenspannband bezeichnet man zwei kräftige, querverlaufende Faserzüge, die die zweite mit der dritten sowie die vierte mit der fünften Zehe verbinden.

Der zwischen der zweiten und dritten Zehe verlaufende Faserzug entspringt zusammen mit dem oberflächlichen Zehenspannband dorsomedial am abaxialen Bandhöcker der Ph prox. der zweiten Zehe. Er zieht dann, dem oberflächlichen Zehenspannband, das proximal von ihm verläuft, direkt benachbart, quer zur Fußachse. Auf Höhe des Zehengrundgelenks der dritten Zehe heftet er sich an die distale Hälfte des zugehörigen Ringbandes, um dann plantar nahe der Basis, an der seitlichen Außenfläche des lateralen Sesambeins anzusetzen. Der zweite Faserzug, der die vierte mit der fünften Zehe verbindet, entspringt dorsolateral vom abaxialen Bandhöcker der Ph prox. der fünften Zehe. Er zeigt den entsprechenden Verlauf und Ansatz, wie oben beschrieben und endet am medialen Sesambein der vierten Zehe.

4.2.4.2.2. Mittleres tiefes Zehenspannband

Mittleres Aufhängeband des Sohlenballen

Zwischen der dritten und vierten Zehe befindet sich das stärkste der Zehenspannbänder, das mittlere tiefe Zehenspannband, das zugleich dem Sohlenballen als Aufhängeband dient.

An seinem Ursprung besteht es aus je zwei Schenkeln, von denen die proximalen eine kräftige Abspaltung des M. flexor digit. superficialis darstellen. Sie spalten sich ab, kurz bevor die Sehnen des Muskels vom Ringband der dritten und vierten Zehe umschlossen werden. Die proximalen Schenkel ziehen an der abaxialen Seite der dritten und vierten Zehe distal, vom seitlichen tiefen Zehenspannband bedeckt und an dem Ringband der jeweiligen

Zehen entlang. Am distalen Ende der Ringbänder vereinigen sie sich jeweils mit den distalen Schenkeln. Diese entspringen an der vierten Zehe dorsolateral und an der dritten Zehe dorsomedial von den proximalen, abaxialen Bandhöckern der Phalanges prox.. Nach Vereinigung des proximalen mit dem distalen Schenkel entstehen zwei kräftige Stränge, die auf die plantare Seite der dritten bzw. der vierten Zehe ziehen. Von hier aus treten sie seitlich in den Ballen ein und ziehen, leicht nach distal gerichtet, quer aufeinander zu. Dabei verlaufen sie dorsal im Ballengewebe und entsenden auch einige dünne Fasern distal. Auf halber Höhe des Sohlenballens gehen beide Stränge ineinander über und bilden so ein schleifenartiges Querband, das nach distal konvex gebogen ist.

4.2.4.3. SOHLENBALLENSPANNBAND

Das Sohlenballenspannband entspringt der Sehne des M. flexor digit. profundus, im oberen Drittel des Metatarsus, kurz bevor der Muskel sich in seine vier Endsehnen aufteilt. Es tritt zwischen die Mm. lumbricales nach plantar und teilt sich in drei Schenkel auf, die direkt unter der Haut zehenwärts verlaufen. Diese treten in den proximalen Ballenrand ein, in dem sie schließlich, distal verlaufend, enden. Bei den drei Schenkeln kann man zwischen einem medialen, mittleren und lateralen unterscheiden. Der laterale ist sehr dünn und tritt am Zehengrundgelenk der fünften Zehe in den lateral gelegenen Teil des Sohlenballens ein. Die anderen beiden Schenkel sind etwa gleich stark, treten auf Höhe des Grundgelenks der dritten und vierten Zehe in den Ballen ein und verlaufen an der Grenze zwischen den beiden kleineren und dem größeren Abschnitt des dreigeteilten Sohlenballens.

4.2.4.4. BÄNDER DER ZEHENBALLEN

Die Befestigung der Zehenballen erfolgt lateral und medial durch je ein schmales Band, die seitlich in den Ballen eintreten. Die beiden Bänder stammen aus den Ligg. collateralia der Art. interphalangea distalis. Sie sind nur schwer aus den Seitenbändern zu isolieren und nahe ihrem Ursprung schließlich völlig mit ihnen verschmolzen.

4.3. GELENKHÖHLE UNG GELENKKAPSEL

4.3.1. ARTICULATIO METATARSOPHALANGEA

Jedes der vier Zehengrundgelenke der Katze besitzt eine verhältnismäßig weite Gelenkkapsel, die dorsal eng mit der Strecksehne und plantar mit den Enden des M. interosseus verbunden ist. Sie bildet drei Ausbuchtungen, von denen der Recessus dorsalis die geräumigste Abteilung darstellt (Durchmesser ca. 5 mm). Dieser erstreckt sich proximal und distal über die gesamte dorsale Fläche des Gelenks und reicht auch noch auf die mediale und laterale Seite, wo er vom dorsalen Rand der Ligg. collateralia lat. und med. begrenzt wird.

Eine weitere, kleinere Ausbuchtung erscheint auf der plantaren Seite des Os metatarsale und schiebt sich hier unter den Muskelbauch des M. interosseus. Dieser plantare Recessus umgibt seitlich und proximal das zugespitzte Ende der Sesambeine. Durch den bindegewebigen Ansatz der Gelenkkapsel am proximalen Ende des Sagittalkamms wird diese Aussackung in eine laterale und mediale Abteilung untergliedert, so daß man von einem Recessus proximolateralis und einem Recessus proximo-medialis sprechen kann. Beide Recessus reichen proximo-plantar ca. 2 mm über die Sesambeine hinaus. Lateral und medial erstrecken sie sich entlang der seitlichen Außenflächen der Ossa sesamoidea 2 - 3 mm distal bis zum plantaren Rand der Ligg. sesamoidea collateralia lat. und med.

Die proximale Ansatzlinie der Gelenkkapsel an den Ossa metatarsalia ist plantar deutlich weiter hinaufgezogen als dorsal, wobei die Differenz ca. 1,5 mm beträgt. Sie beginnt dorsal am proximalen Rand der Querfurche zwischen beiden Bandhöckern, die sie distal umfährt. Auf der medialen bzw. lateralen Seite des Kaputs heftet sie sich in einem halbkreisförmigen Bogen im mittleren Teil der Bandgruben an und strebt plantar, nach proximal

ziehend, dem Korpus des Os metatarsale zu. Hier angekommen biegt sie nach ca. 1-2 mm wieder nach distal um und läuft auf den Sagittalkamm des Kaput zu, an dessen proximalen Rand sie ansetzt. Von dort aus tritt die Gelenkkapsel auf den proximalen Rand des Lig. palmare und der Sesambeine über. Am dorsalen Rand der seitlichen Außenflächen der Ossa sesamoidea zieht sie dann distal und erreicht die Basis der Sesambeine, die sie plantar umgibt. Hier springt die Kapsel auf die Phalanx proximalis über und setzt mit ihrer distalen Ansatzlinie am Rand der Fovea articularis an. In ca. 0,5 mm Abstand zieht sie um den Rand der Gelenkfläche herum.

Aus dieser Darstellung wird ersichtlich, daß die gelenkigen Verbindungen zwischen den Ossa metatarsalia und den Ossa sesamoidea proximales einerseits und den Ossa metatarsalia und den Phalanges proximales andererseits pro Strahl von einer gemeinsamen Gelenkkapsel umschlossen werden.

In die Dorsalwand der Kapsel ist an jeder Zehe ein knorpeliges Sesambein eingelagert.

4.3.2. ARTICULATIO INTERPHALANGAEA PROXIMALIS

Die Gelenkkapseln der Zehenmittelgelenke II-V sind nicht sehr geräumig und dorsal fest mit den Strecksehnen verwachsen. Bei vollständiger Füllung treten jeweils zwei Aussackungen hervor, ein Recessus proximodorsalis und ein Recessus proximopplantaris.

Der Recessus proximodorsalis ist der größere von beiden. Er befindet sich unter der Strecksehne am Kaput der Phalanx proximalis, über das er bis zu 2 mm proximal hinausragt.

Der Recessus proximopplantaris liegt unter den Beugesehnen am Kaput der Phalanx I. Er wird plantar von dem in der Kapsel liegenden Sesambein des Zehenmittelgelenkes begrenzt, über dessen Rand er sich ca. 1 mm proximal erstreckt.

Die proximale Ansatzlinie jeder der Gelenkkapseln ist, wenn auch weniger deutlich als am Zehengrundgelenk, plantar ebenfalls weiter hinaufgezogen als dorsal (Differenz ca. 1 mm). Sie beginnt dorsal am Proximalrand der Trochlea und zieht querverlaufend medial und lateral. Dort läuft sie am distalen Rand der Bandgrube entlang, wobei sie einen proximal konkaven Bogen beschreibt. Plantar folgt sie wiederum querverlaufend dem proximalen Rand der Trochlea. Die distale Ansatzlinie berandet die Fovea articularis der Phalanx media rundum. Die Plantarwand der Gelenkkapsel enthält an jeder Zehe ein knorpeliges Sesambein.

4.3.3. ARTICULATIO INTERPHALANGAEA DISTALIS

An jeder der vier Zehen besitzt die Gelenkhöhle eine dorsale und eine plantare Ausbuchtung.

Der Recessus proximodorsalis erstreckt sich über die ganze Breite des Gelenkes und ist sehr geräumig. Lateral reicht er bis zum Lig. dorsale breve, an dem er sich medial aber vorbeischiebt und es so etwas überragt. Dorsal wird er von der Strecksehne begrenzt.

Der Recessus proximoplantaris ist nur sehr klein und reicht ca. 0,5 mm über das in die Kapsel eingelagerte distale Sesambein hinaus. Lateral und medial des Sesambeines erstreckt er sich bis zu den Ligg. sesamoidea collateralia lat. und med. nach distal.

Die Gelenkkapsel besitzt auf beiden Seiten Verstärkungszüge, auf die bereits bei der Beschreibung des Bandapparates eingegangen wurde.

Die Kapselansatzlinie am distalen Ende der Phalanx media folgt querverlaufend dorsal und plantar dem Proximalrand der Trochlea. Wie auch an den beiden vorhergehenden Gelenken schiebt sich die plantare Linie etwas weiter hinauf als die dorsale, wobei die Differenz ca. 1 mm

beträgt. Lateral und medial treffen sich beide in einem konkaven Bogen, indem sie am distalen Rand der Bandgruben verlaufen. An der Phalanx distalis führt die Kapselansatzlinie direkt um die Ränder der Facies articularis herum.

In der plantaren Wand der Gelenkkapsel befindet sich ein knorpeliges Sesambein.

5. FUNKTIONELLE BETRACHTUNGEN

5.1. BESCHREIBUNG DES BEWEGUNGSVORGANGS

5.1.1. ARTICULATIO COXAE

Im Hüftgelenk der Katze besteht eine große Beweglichkeit, die sich auf drei Hauptachsen konzentriert:

1. Vor - und Zurückführen der Gliedmaße in der Sagittalebene (Flexion/Extension),
2. Seitwärtsführen des Femurs nach innen und nach außen (Adduktion/Abduktion),
3. Bewegung um die mechanische Längsachse des Oberschenkels (Rotation). Die genannte Längsachse stellt eine Verbindungslinie zwischen Hüftgelenks- und Kniegelenksmittelpunkt dar und ist mit der Schaftachse des betreffenden Knochens nicht identisch.

Führt man am Bänderpräparat des Hüftgelenks eine reine Beugung und Streckung in der Sagittalebene durch, ist festzustellen, daß der am Muskelpräparat maximal mögliche Bewegungsaus Schlag nicht ganz erreicht wird, sondern bereits vorher eine Hemmung der Bewegung eintritt. Dies ist insofern erstaunlich, als der Bewegungsumfang von Bänderpräparaten sonst stets größer ist als der an Muskelpräparaten.

Im Hüftgelenk ist jedoch die ausgiebigste Beugung nicht in der reinen Sagittalebene, sondern nur unter gleichzeitiger deutlicher Abduktion (10° - 20°) möglich, wobei zwangsläufig eine Außenrotation (Supination) des Femurs eintritt. Während der Streckung gelangt der Oberschenkel wieder in die Sagittalebene, was gegen Ende mit einer Einwärtsrotation (Pronation) verbunden ist. Durch die beschriebenen Nebenbewegungen wird der Bewegungsumfang im Hüftgelenk, insbesondere während der

Flexion, aber auch bei der Extension, eindeutig vergrößert.

Führt man am Bänderpräparat nun Beugung und Streckung bei gleichzeitig stattfindenden Nebenbewegungen durch, so wird der Bewegungsausschlag des Muskepräparats ohne weiters erreicht und noch übertroffen.

Bei einem Sagittalwinkel von 110° im Hüftgelenk ist das Abduktionsvermögen größer als das der Adduktion. Mit zunehmender Beugung und Streckung nimmt beides immer mehr ab, bis schließlich bei maximaler Flexion und Extension nur noch geringgradige Ab- oder Adduktion möglich sind. Die Hemmung der Seitwärtsbewegungen erfolgt am Bänderpräparat durch die Gelenkkapsel. Bei der Abduktion kommt es zu einer zunehmenden Anspannung der ventral gelegenen, bei der Adduktion der dorsal gelegenen Kapselabschnitte.

Bei größtmöglicher Adduktion gelangt das distale Ende des Oberschenkels über die Medianebene hinaus. Bei beidseitigem Vorgehen kreuzen sich die Hintergliedmaßen, so daß ein gemeinsames "Verkehrsgebiet" (Interferenzgebiet), entsteht, das jedoch bei der lebenden Katze infolge Muskelhemmung wesentlich kleiner ist.

Nach Abtragen der Gelenkkapsel kommt es zu einer theoretischen Zunahme der Beweglichkeit in allen drei Ebenen. Dies gilt insbesondere für den Beugestreckumfang, der auf 360° anwächst.

Das Rotationsvermögen ist bei leicht gebeugtem Hüftgelenk am größten und erst gegen Ende der Flexion erheblich eingeschränkt. Dagegen tritt in der Extensionsphase schon zu Beginn eine Abnahme der Rotationsmöglichkeit ein. Dies bewirkt eine größere Stabilität, so daß sich die Schubwirkung der Hintergliedmaße voll entfalten kann.

5.1.2. ARTICULATIO GENUS

5.1.2.1. ARTICULATIO FEMOROTIBIALIS

Das Kniekehlgelenk ist seiner Bewegungsfreiheit nach ein zweiachsiges Gelenk; seine Bewegungen verlaufen um eine quer- und eine längsgerichtete Achse, so daß Flexion und Extension sowie Rotation stattfinden.

Am Kniekehlgelenk der Katze ist eine reine Beugestreckbewegung, bei welcher der am Sprunggelenk fixierte Fuß in gerader, sagittaler Richtung verbleibt, nicht möglich. Stattdessen findet beim Beuge- und Streckvorgang stets auch eine Rotation der Tibia statt. Dabei bewegt sich während der Einwärtskreiselung (Pronation) der laterale Kondylus der Tibia in kranialer, der mediale in kaudaler Richtung. Bei Auswärtskreiselung (Supination) verhalten sie sich genau umgekehrt.

Die Beugung des Unterschenkels ist demzufolge bei der Katze mit einer zwangsläufigen Pronation der Tibia, bezogen auf die Stellung des Os femoris, verbunden. Umgekehrt erfolgt während der Streckung des Unterschenkels zunächst eine zwangsläufige Supination der Tibia im Vergleich zum Femur, wodurch die Zehe nach außen geführt wird. Am Schluß der Extensionsphase tritt wieder Pronation ein, so daß die Kondylen der Tibia gerade gerichtet sind.

Abgesehen von der Rotation handelt es sich bei der Beugung und Streckung im Kniegelenk um eine Mischbewegung, die als ein Rollgleiten zu bezeichnen ist. Die zwei verschiedenen Bewegungsarten, Rollen und Gleiten werden durch die Inkongruenz der sich gegenüberliegenden Flächen ermöglicht. Das Charakteristische beim Rollen ist, daß in jeder neuen Phase der Bewegung an beiden Gelenkkörpern andere Stellen miteinander in Berührung kommen, auch wenn einer der beiden Körper in Ruhe bleibt. Die Bewegung ist vergleichbar mit der eines rollenden

Rades. In jeder Phase der Bewegung findet theoretisch eine Drehung der Tibia um die jeweiligen Berührungspunkte mit dem Os femoris statt. Die Bewegungsachsen verlaufen daher vom entsprechenden Berührungspunkt des lateralen Kondylus des Os femoris zum gleichzeitigen Berührungspunkt des medialen Kondylus. Die Drehpunktbahn entspricht damit der Profilkurve (Evolvente) des ruhenden Gelenkkörpers, nämlich den Kondylen des Os femoris.

Beim Gleiten degegen ist typisch, daß einer der Gelenkkörper während der Bewegung mit stets wechselnden Oberflächenpunkten den gegenüberliegenden Körper an immer derselben Stelle berührt. Die Bewegung findet im Kniekehlgelenk immer um diejenige Achse statt, die durch den Krümmungsmittelpunkt des mit der Tibia gerade in Berührung stehenden Kondylenabschnitts des Os femoris verläuft. Da die Kondylen des Oberschenkels spiralförmig sind, ergeben sich stets wechselnde Krümmungsmittelpunkte, deren Verbindung (Evolute) die Drehpunktbahn für die Gleitbewegung darstellt.

Ausgehend von maximaler Beugung herrscht am Kniekehlgelenk der Katze zunächst Abrollung der Tibia vor. Mit zunehmender Streckung überwiegt jedoch die Gleitbewegung bis kurz vor Ende wieder vermehrt Rollbewegung festzustellen ist.

Die beiden, dem Ausgleich der Inkongruenz dienenden Menisken bewegen sich mit der Tibia um eine quer und um eine längs gerichtete Achse. Zugleich dreht sich aber jeder Meniskus auch noch um eine eigene Achse, beide im entgegengesetzten Sinn zueinander. Aufgrund ihrer Bandverbindungen folgen sie einerseits den Bewegungen des Gelenks, andererseits wirken sie auch bewegungshemmend. Während der Extension werden die Menisken auf den tibialen Gelenkflächen gleitend kranialwärts verschoben, bis sie an den Gelenkrand stoßen. Gleichzeitig findet eine Drehung um ihre vertikale Achse statt, so daß die vorderen Schenkel der Menisken einander näher rücken. In

der Beugung gelangen beide kaudal, erreichen den Gelenk-
rand aber nicht. Auch dabei findet wieder eine Drehung
statt, so daß die hinteren Schenkel näher zusammen-
kommen, wenn auch nicht so dicht, wie die vorderen
während der Extension.

In extremer Streck- und Beugstellung sind die Menisken
kranial bzw. kaudal zwischen Femur und Tibia eingekeilt
und hemmen, zusammen mit den gekreuzten Bändern, die
Bewegungen um andere Achsen.

Das Kniekehlgelenk ist der Form nach ein Spiralgelenk,
Art. spiralis. Drehachse und Ansatz der Seitenbänder
liegen exzentrisch. In der mittleren Stellung des Gelenks
überbrücken die Bänder den kleineren Radius, während sie
beim Übergang zu Flexion oder Extension in den größeren
Radius hinüberwechseln. Das bewirkt eine zunehmende An-
spannung der Seitenbänder, wodurch sich eine Bremswirkung
auf das Gelenk ergibt. Dies führt auch dazu, daß will-
kürliche Rotations- und Seitwärtsbewegungen der Tibia in
Mittelstellung des Gelenkes am ausgiebigsten möglich
sind. Die Rotation der Tibia wird durch die Ligg.
collateralia lat. und med. eingeengt. Die Innenrotation
wird zusätzlich noch durch die Ligg. cruciata begrenzt,
da sich diese während der Bewegung umeinander winden. Auf
die Stabilität der Außenrotation dagegen haben sie kaum
Einfluß. Nach Durchtrennung der Seitenbänder ist, bei
erhaltenen gekreuzten Bändern, eine solche bis nahezu 180
möglich.

Die Ligg. collateralia und auch die Ligg. cruciata wirken
auch einer Seitwärtsverschiebung entgegen. Diese findet
theoretisch um eine sagittal durch das Gelenk ver-
laufende Achse statt und ist, wenn überhaupt, im Knie-
kehlgelenk nur in minimalem Umfang möglich.

5.1.2.2. ARTICULATIO FEMOROPATELLARIS

Die Bewegungsart der Patella ist eine reine Gleitbewegung. Durch das Lig. patellae mit der Tibia fest verbunden, folgt die Kniescheibe bei Beugung und Streckung den Bewegungen des Gelenks.

Die Entfernung zwischen Tuberositas tibiae und der Patellaspitze bleibt dabei immer gleich (ca. 16 mm). Nur in der extremen Streckstellung nähern sich beide etwas (auf ca. 14 mm), da die Retinacula patellae ein weiteres proximales Gleiten der Basis der Patella verhindern. Der Weg, den die Patella während eines Beugestreckvorganges zurücklegt, beträgt am Kniescheibengelenk der Katze ca. 14-16 mm. In äußerster Streckstellung schiebt sich die Kniescheibenbasis bis zum proximalen Rand der Facies trochlearis vor. Die Spitze reicht, je nach Länge der Patella, bis zur Hälfte der gleichen Gelenkfläche. Während der Flexion gleitet die Patella dann nach distal. In extremer Beugestellung gelangt die Basis der Kniescheibe noch unter die Stelle, wo vorher die Spitze lag und bedeckt das distale Drittel der Facies trochlearis. Die Spitze schiebt sich, über die Gelenkfläche hinausragend, in den Gelenkspalt hinein.

[Articulatio tarsi siehe BLÜML, 1983.]

5.1.3. ARTICULATIONES INTERMETATARSEAE

Die Gelenke zwischen den Metatarsalknochen erlauben fast nur noch ein Verschieben der jeweiligen Knochen in kranialer und kaudaler Richtung gegeneinander. Während der dritte und vierte Metatarsalknochen nur sagittal vor und rückzuführen sind, kommt es am zweiten und fünften beim Rückwärtsgleiten zu einer leichten Verschiebung der distalen Knochenenden zur Fußmittelachse hin. Am zweiten Metatarsalknochen entspricht dies einer Abduktion, am fünften einer Adduktion.

Reine Seitwärtsbewegungen sind an allen Zehen nur in äußerst geringem Umfang möglich.

5.1.4. ARTICULATIO METATARSOPHALANGEA

Das Zehengrundgelenk der Katze ist ein Walzengelenk, in dem aber neben ausgiebiger Flexion und Extension auch deutliche Ab- und Adduktionsbewegungen stattfinden. Damit stellt es in seiner Bewegungsfreiheit ein zweiachsiges Gelenk dar, wobei die eine Achse quer, die andere sagittal gerichtet ist.

Rotationsbewegungen spielen eine untergeordnete Rolle und sind, wenn überhaupt, nur in geringem Umfang möglich. In den Grenzbereichen maximaler Beugung und Streckung ist Rotation ganz unmöglich.

Das Zehengrundgelenk der Katze befindet sich im Stand in Hyperextension.

In der Stellung äußerster Beugung ist die dorsale Wand der Gelenkkapsel straff gespannt und hemmt, zusammen mit den dorsalen Partien der Ligg. collateralia, jede weitere Bewegung. Unterstützend in dieser Beziehung wirken ebenfalls die Ossa sesamoidea proximalia. Sie werden zwar bei zunehmender Beugung zurückgedrängt, bieten aber durch ihre Befestigung über die Seitenbänder bei extremer Beugung Widerstand.

Die Streckbewegung wird vor allen Dingen durch den Bandapparat der paarigen Sesambeine und die plantaren Teile der Gelenkkapsel begrenzt. Gleichzeitig kommt es auch zu einer starken Anspannung der plantaren Partien der Seitenbänder, so daß diese ein weiteres Hemmungsmoment darstellen.

Die Seitwärtsbewegungen im Zehengrundgelenk nehmen mit zunehmender Beugung ab und sind bei maximal gebeugtem Gelenk nicht mehr durchführbar. Im Gegensatz dazu kommt es bei zunehmender Streckung zwar ebenfalls zu einer Verminderung der Seitwärtsbewegungen, doch sind diese auch bei stärkerer Extension noch durchführbar.

5.1.5. ARTICULATIO INTERPHALANGAEA PROXIMALIS

Obwohl das Zehenmittelgelenk der Katze morphologisch ein Sattelgelenk darstellt, ist es funktionell ein einachsiges Gelenk. Nur Beugung und Streckung um die quer verlaufende Achse gehen ausgiebig vonstatten. Rotations- und Seitwärtsbewegungen dagegen finden aufgrund der starken Seitenbänder nicht statt oder sind von geringstem Umfang.

Die Extension wird in diesem Gelenk von den Ligg. collateralia und vom dorsalen Teil der Gelenkkapsel mit dem darin eingelagerten Sesambein gebremst. Letzters schiebt sich bei Hyperextension wie ein Keil zwischen die Knochenenden ein.

Für die Begrenzung der Flexion spielt die Gelenkkapsel keine weitere Rolle. Diese Bewegung wird durch die Anspannung der Seitenbänder und plantar durch das Zusammentreffen der Gelenkenden selbst, beendet. Wie bereits beim Zehengrundgelenk, kommt es auch beim Zehenmittelgelenk in der Extension vorwiegend zu einer Anspannung des plantaren Teils der Seitenbänder, in der Flexion mehr zu einer Anspannung seines dorsalen Teils.

5.1.6. ARTICULATIO INTERPHALANGAEA DISTALIS

Das Zehenendgelenk ist, von der Form der Gelenkflächen her wie das Zehenmittelgelenk ein Sattelgelenk, jedoch nur um eine schräggestellte Achse beweglich, um die Flexion und Extension ausgeführt werden. Aufgrund der bereits beschriebenen Schrägstellung der Facis articularis distalis, gleitet bei Beugung und Streckung das Krallenbein der zweiten bis fünften Zehe schräg lateral an der Phalanx media vorbei. Dadurch wird das Zehenendgelenk der Katze funktionell zu einem Schraubengelenk, Art. cochlearis.

Die u.a. zum Klettern und als Waffe benötigte Kralle der Katze muß stets scharf bleiben und liegt daher mit ihrer Basis in Ruhestellung durch maximale Hyperextension der Phalanx media lateral an. Dies geschieht durch die Ligg. dorsalia breve und longum. Während der Beugung des Krallengelenks werden die elastischen Bänder gedehnt und unter Spannung gesetzt, so daß sie beim Nachlassen des Muskelzugs zurückschnellen und das Krallenbein wieder in die Ruhelage zurückführen. Dabei gleitet dieses, wie bereits beschrieben, schräg lateral an der Phalanx media vorbei. In Ruhestellung bildet die Längsachse des Krallenbeins daher mit der Längsachse der Phalanx media einen spitzen, proximal offenen Winkel von ca. 15° - 20° .

Wird das Zehenendgelenk gebeugt, so tritt zwischen 155° - 175° eine absolute Hemmung ein. Diese wird vor allem durch den Knochen selbst verursacht, da das proximal vorspringende Tuberculum flexorium an die plantare Fläche der Phalanx media stößt.

Seitwärtsbewegungen des Krallenbeins werden durch die Seitenbänder weitgehend verhindert und sind passiv nur in äußerster Hyperextensionsstellung möglich. Ebenso verhält es sich mit dem Rotationsvermögen, das in Ruhestellung am größten ist, bei zunehmender Beugung aber rasch abnimmt.

5.2. BEWEGUNGSUMFANG

Die Methodik der Bewegungsumfangmessungen ist auf S. 30-35 dargestellt. Im folgenden sind die Ergebnisse tabellarisch zusammengefaßt.

5.2.1. HÜFTGELENK

Winkelnotierungen an 20 anatomischen Präparaten

Ebene	Flexion	Standwinkel	Extension	Bewegungsumfang
S	40°- 58°	nicht ermittelbar	144°- 165°	86°- 125°
Ebene	Abduktion	Standwinkel	Adduktion	Bewegungsumfang
A	50°- 63°	- 0°-	30°- 45°	80°- 108°
Ebene	Rotation innen	Standwinkel	Rotation außen	Bewegungsumfang
R	47°- 61°	- 0°-	53°- 69°	100° 130°

5.2.2. KNIEKEHLGELENK

Winkelnotierungen an 20 anatomischen Präparaten

Ebene	Flexion	Standwinkel	Extension	Bewegungsumfang
S	40°- 59°	nicht ermittelbar	148°- 168°	89°- 128°
Ebene	Abduktion	Standwinkel	Adduktion	Bewegungsumfang
A	4°- 10°	- 0°-	3°- 10°	7°- 20°
Ebene	Rotation innen	Standwinkel	Rotation außen	Bewegungsumfang
R	3°- 10°	- 0°-	2°- 10°	5°- 20°

** Bestimmungen des Standwinkels sind ausschließlich am lebenden Tier ermittelbar. Siehe Anmerkung S. 34.

5.2.3. METATARSALKNOCHEN UNTEREINANDER

Winkelnotierungen an 10 anatomischen Präparaten

Mt	Ebene	Verschiebung n. kranial	Verschiebung n. kaudal	Bewegungsumfang
II	S	2 - 3 mm	2 - 4 mm	4 - 7 mm
III	S	2 - 3 mm	2 - 3 mm	4 - 6 mm
IV	S	2 - 3 mm	2 - 3 mm	4 - 6 mm
V	S	2 - 3 mm	2 - 4 mm	4 - 7 mm

Mt	Ebene	Abduktion	Standwinkel	Adduktion	Bewegungsumfang
II	A	1° - 3°	- 0° -	1° - 3°	2° - 6°
III	A	1° - 3°	- 0° -	1° - 3°	2° - 6°
IV	A	1° - 3°	- 0° -	1° - 3°	2° - 6°
V	A	1° - 3°	- 0° -	1° - 3°	2° - 6°

5.2.4. ZEHENGRUNDGELENKE

Winkelnotierungen an 20 anatomischen Präparaten

Zehe	Ebene	Flexion	Standwinkel	Extension	Bewegungsumfang
II	S	86° - 97°	nicht er- mittelbar	270° - 288°	187° - 202°
III	S	77° - 98°	"	279° - 295°	181° - 218°
IV	S	76° - 93°	"	280° - 296°	187° - 220°
V	S	76° - 95°	"	270° - 287°	175° - 211°

Zehe	Ebene	Abduktion	Standwinkel	Adduktion	Bewegungsumfang
II	A	18° - 29°	- 0° -	33° - 47°	51° - 76°
III	A	10° - 24°	- 0° -	11° - 25°	21° - 49°
IV	A	18° - 22°	- 0° -	21° - 34°	39° - 56°
V	A	45° - 56°	- 0° -	20° - 34°	65° - 90°

Zehe	Ebene	Rotation innen	Standwinkel	Rotation außen	Bewegungsumfang
II	R	1° - 3°	- 0° -	1° - 4°	2° - 7°
III	R	0° - 3°	- 0° -	1° - 3°	1° - 6°
IV	R	0° - 4°	- 0° -	1° - 4°	1° - 8°
V	R	2° - 5°	- 0° -	2° - 5°	4° - 10°

5.2.5. ZEHENMITTELGELENKE

Winkelnotierungen an 20 anatomischen Präparaten

Zehe	Ebene	Flexion	Standwinkel	Extension	Bewegungsumfang
II	S	72° - 86°	nicht er- mittelbar	169° - 180°	83° - 108°
III	S	57° - 76°	"	168° - 180°	92° - 123°
IV	S	54° - 72°	"	168° - 180°	92° - 126°
V	S	67° - 84°	"	168° - 180°	84° - 113°

Zehe	Ebene	Abduktion	Standwinkel	Adduktion	Bewegungsumfang
II	A	0° - 5°	- 0° -	0° - 5°	0° - 10°
III	A	0° - 3°	- 0° -	0° - 3°	0° - 6°
IV	A	0° - 3°	- 0° -	0° - 3°	0° - 6°
V	A	0° - 5°	- 0° -	0° - 5°	0° - 10°

Zehe	Ebene	Rotation innen	Standwinkel	Rotation außen	Bewegungsumfang
II	R	0° - 2°	- 0° -	0° - 2°	0° - 4°
III	R	0° - 2°	- 0° -	0° - 2°	0° - 4°
IV	R	0° - 2°	- 0° -	0° - 2°	0° - 4°
V	R	0° - 2°	- 0° -	0° - 2°	0° - 4°

5.2.6. ZEHENENDGELENKE

Winkelnotierungen an 20 anatomischen Präparaten

Zehe	Ebene	Flexion	Standwinkel	Extension	Bewegungsumfang
II	S	154° - 175°	nicht er- mittelbar	322° - 340°	147° - 186°
III	S	156° - 175°	"	331° - 348°	156° - 192°
IV	S	155° - 176°	"	332° - 349°	156° - 194°
V	S	157° - 179°	"	319° - 337°	140° - 180°

Zehe	Ebene	Abduktion	Standwinkel	Adduktion	Bewegungsumfang
II	A	2° - 5°	- 0° -	2° - 6°	4° - 11°
III	A	2° - 7°	- 0° -	2° - 6°	4° - 13°
IV	A	2° - 5°	- 0° -	2° - 6°	4° - 11°
V	A	2° - 6°	- 0° -	2° - 6°	4° - 12°

Zehe	Ebene	Rotation innen	Standwinkel	Rotation außen	Bewegungsumfang
II	R	1° - 3°	- 0° -	1° - 3°	2° - 6°
III	R	1° - 3°	- 0° -	1° - 3°	2° - 6°
IV	R	1° - 3°	- 0° -	1° - 3°	2° - 6°
V	R	1° - 4°	- 0° -	1° - 4°	2° - 8°

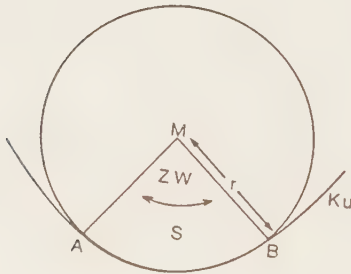
5.3. KRÜMMUNGSVERHALTEN DER GELENKKÖRPER

Die spezifischen Bewegungsmöglichkeiten in den einzelnen Gelenken stehen in direktem Zusammenhang mit der Form der Gelenkkörper, die durch ein bestimmtes Krümmungsverhalten gekennzeichnet sind. Ausmaß und Regelmäßigkeit dieser Krümmungen sind dabei von besonderer Wichtigkeit und trotz einiger Schwankungen für den einzelnen Gelenkkörper charakteristisch.

Zur Feststellung dieser Krümmungsverhältnisse wurden, wie bereits in Kapitel 3.2. (S.34) beschrieben, entlang der Führungslinien Abdrücke von den jeweils korrespondierenden Gelenkflächen angefertigt. Die sich daraus ergebenden Kurven konnten in mehrere Teilstücke zerlegt werden, wobei jedem dieser Teilstücke ein sog. Schmiegunskreis eingeschrieben wurde, der sich der Kurve möglichst exakt anschmiegt. Sein Radius (r) diente als Maß der Krümmung des entsprechenden Kurvenstückes und war um so kleiner je stärker die Krümmung ausfiel. Die Charakterisierung der Strecke, in der Kurvenstück und Kreisbogen übereinstimmen, erfolgte durch den Zentriwinkel (ZW) des dazugehörigen Kreissektors (S). Die im folgenden aufgeführten Meßwerte stellen gerundete Mittelwerte dar.

Abb. 28. Schema zur Erläuterung des Begriffs der Kurvenkrümmung (nach BLÜML, 1983).

- Ku zu messende Kurve,
 AB Bogen, der mit dem Schmiegunskreisbogen übereinstimmt,
 S Schmiegunskreisbogen,
 M Mittelpunkt des Schmiegunskreises,
 r Krümmungsradius des Schmiegunskreises,
 ZW Zentriwinkel.



5.3.1. ARTICULATIO COXAE

Im Hüftgelenk artikuliert das Caput ossis femoris mit der Facies lunata des Acetabulums, dessen Rand durch einen Knorpelsaum erhöht ist, wodurch das Kugelgelenk zu einem Nußgelenk wird.

Die Führungslinien zu den Bewegungen wurden in der Sagittalebene, in der A-Ebene und bei der Rotation ermittelt.

Aufgrund der Stellung der Beckenpfanne und des Femurkopfes beschreibt die Führungslinie am Caput ossis femoris in der Sagittalebene einen geschlossenen kreisförmigen Bogen. Dieser läßt sich in einen kranialen Abschnitt mit fünf (Abb. 29,30/a) und einen kaudalen Abschnitt mit vier Kreissektoren (Abb. 29,30/b) unterteilen. Jeweils von oben nach unten konnten folgende Krümmungsparameter ermittelt werden:

Sektoren	kranialer Abschnitt		kaudaler Abschnitt	
	r	ZW	r	ZW
1	4,2 mm	35°	4,8 mm	29°
2	4,8 mm	45°	6,0 mm	29°
3	4,6 mm	35°	4,0 mm	49°
4	5,5 mm	38°	4,6mm	40°
5	3,9 mm	39°	Gerades Stück, 3,3 mm	

Am kranialen Abschnitt des Femurkopfes kommt es zunächst zu einer zunehmenden Abflachung (bis Sektor 4), die im letzten kranialen Sektor (5) jedoch von einer stärkeren Krümmung unterbrochen wird.

Dieser schließt sich ein gerades, wieder kaudal aufwärts ziehendes Stück (5) von 3,3 mm Länge an, das bereits zum kaudalen Abschnitt der Führungslinie gehört. In diesem Abschnitt folgen noch weitere vier Kreissektoren

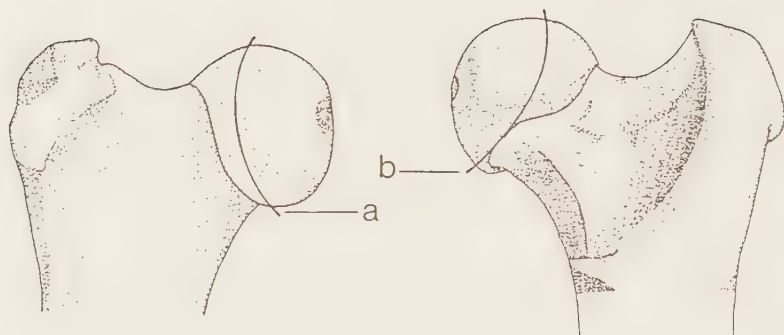


Abb.29. Rechtes Caput ossis femoris. Schnittführung in der Sagittalebene: a= kranialer Abschnitt; b= kaudaler Abschnitt.

a

b



Abb. 30. Schnittprofil der Führungslinie: a= kranialer Abschnitt; b= kaudaler Abschnitt. 1-5: Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien. Die Nummerierung erfolgt von oben nach unten.

unterschiedlicher Krümmungsradien. Dabei ist festzustellen, daß diese, im Gegensatz zum kranialen Teil der Führungslinie, im oberen Bereich (Sektor 2) eine zunehmende Abflachung zeigen.

In der A-Ebene (Abb. 31) wird die Führungslinie durch das in der Fovea capitis ansetzende Lig. capitis ossis femoris in einen oberen (a) und einen unteren (b) Abschnitt mit jeweils drei Kreissektoren unterteilt. Nachstehende Krümmungsverhältnisse lassen sich dabei von oben nach unten erkennen:

Sektoren	Oberer Abschnitt		Unterer Abschnitt	
	r	ZW	r	ZW
1	6,2 mm	27°	5,0 mm	32°
2	7,0 mm	28°	5,7 mm	37°
3	5,4 mm	32°	5,3 mm	30°

Der untere Teil der Führungslinie ist stärker gekrümmt als der obere. Beide Abschnitte verhalten sich jedoch annähernd gleich, indem sie im mittleren Teil eine Abflachung aufweisen, der oben und unten wieder ein Krümmungszuwachs folgt.

Ebenso wie in der A-Ebene wird auch bei der Rotation (Abb. 31,32) die Führungslinie durch den Ansatz des Lig. capitis ossis femoris am Femurkopf geteilt, so daß ein kranialer (c) und ein kaudaler (d) Abschnitt zu unterscheiden sind. Dabei weist der kaudale Abschnitt insgesamt eine geringere Biegung auf als der kraniale.

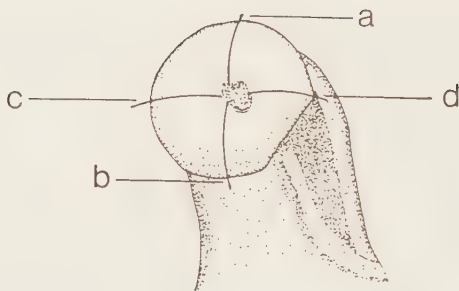


Abb. 31. Rechtes Caput ossis femoris, mediale Ansicht. Schnittführung: In der A-Ebene; a= oberer Abschnitt, b= unterer Abschnitt. Bei der Rotation; c= kranialer Abschnitt, d= kaudaler Abschnitt.

A-Ebene

R-Ebene

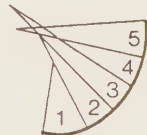
a



c



d



b



Abb. 32. Schnittprofil der Führungslinien: A-Ebene; a= oberer, b= unterer Abschnitt. R-Ebene; c= kranialer, d= kaudaler Abschnitt. 1-5: Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien. Die Nummerierung erfolgt in A von oben nach unten, in R kraniokaudal.

Die Krümmungsparameter des Schnittes entlang dieser Führungslinie zeigen in kraniokaudaler Richtung folgende Werte auf:

Sektoren	kranialer Abschnitt		kaudaler Abschnitt	
	r	ZW	r	ZW
1	6,9 mm	19°	4,3 mm	34°
2	5,5 mm	18°	6,9 mm	18°
3	6,9 mm	14°	9,1 mm	12°
4	4,3 mm	24°	5,5 mm	21°
5	6,5 mm	26°	8,0 mm	17°

Die am Femurkopf in den drei Ebenen ermittelten Krümmungsverhältnisse, stellen in keiner Weise Schnitte durch eine Kugel dar, sondern stellen die ellipsoide Form des Caput ossis femoris heraus.

Die Führungslinie des Acetabulums bildet in der S-Ebene (Abb. 33) einen geschlossenen kreisförmigen Bogen, der sich aus einem kaudalen (a) und einem kranialen (b) Abschnitt zusammensetzt. Im unteren kaudalen Bereich bildet jedoch nicht der knöcherne Teil der Beckenpfanne, sondern das die Incisura acetabuli verschließende Band, das Lig. transversum acetabuli, die Kontaktfläche für den Femurkopf. Von oben nach unten sind kaudal vier und kranial fünf Kreissektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien zu erkennen (Abb. 34/a,b):

Sektoren	kranialer Abschnitt		kaudaler Abschnitt	
	r	ZW	r	ZW
1	5,2 mm	55°	4,9 mm	48°
2	5,9 mm	34°	4,6 mm	49°
3	5,4 mm	39°	5,4 mm	41°
4	4,8 mm	41°	6,5 mm	49°
5	5,5 mm	24°		

Der kraniale Teil der Führungslinie ist im Gegensatz zum kaudalen Teil weniger gekrümmt, wobei die größte Abflachung im oberen Bereich zu finden ist.

kaudal

kranial



Abb. 33. Rechtes Acetabulum, laterale Ansicht. Schnittführung: In der Sagittalebene; a = kaudaler, b = kranialer Abschnitt. In der A-Ebene; c = oberer, d = unterer Abschnitt. Bei der Rotation; e = kaudaler, f = kranialer Abschnitt.

S-Ebene

A-Ebene

R-Ebene

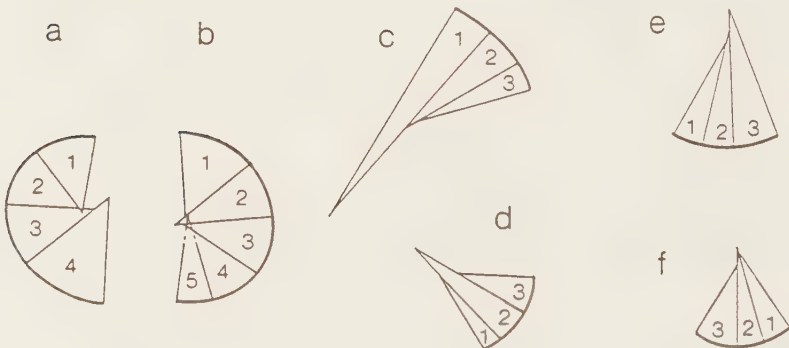


Abb. 34. Schnittprofil der Führungslinien: S-Ebene; a = kaudaler, b = kranialer Abschnitt. A-Ebene; c = oberer, d = unterer Abschnitt. R-Ebene; e = kaudaler, f = kranialer Abschnitt. 1-5: Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien. Die Nummerierung erfolgt bei S von oben nach unten, bei A und R in lateromedialer Richtung.

Am kaudalen Abschnitt fällt dagegen unten (Sektor 4) die nur geringe Krümmung auf. Dieser Kurvenabschnitt entspricht von der Lage her dem Lig. transversum acetabuli.

Die Führungslinie in der A-Ebene (Abb. 33) läßt einen oberen (c) und einen unteren (d) Abschnitt erkennen, von denen der obere Abschnitt der deutlich flachere ist. Dabei erhält sein erster, lateraler Kreissektor (Abb. 34/c) einen Radius von 15,2 mm und den Zentriwinkel 10° . Danach rollt sich die Führungslinie in medialer Richtung mit einem Radius von 8,2 mm im zweiten Sektor, und einem Radius von 7,3 mm im dritten Sektor zunehmend ein. Die dazugehörigen Zentriwinkel betragen 18° und 15° .

Der untere Abschnitt (Abb. 34/d) ist stärker gekrümmt und ergibt lateromedial ebenfalls drei unterschiedliche Krümmungen. Der Radius des ersten Kreissektors mit dem Zentriwinkel 13° mißt 5,2 mm. Der zweite Bogen mit dem Zentriwinkel von 17° ist mit einem Radius von 7,6 mm geringer gekrümmt, während der dritte Kreisbogen mit einem Radius von 4,6 mm bei einem Zentriwinkel von 29° die stärkste Krümmung aufweist.

Auch bei der Rotation teilt sich die Führungslinie (Abb. 33) am Acetabulum in einen kaudalen (e) und einen kranialen (f) Abschnitt auf. Beide umfassen von lateromedial jeweils drei Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsverhältnissen (Abb. 34/e,f):

Sektoren	kranialer Abschnitt		Kaudaler Abschnitt	
	r	ZW	r	ZW
1	5,5 mm	18°	6,5 mm	17°
2	6,0 mm	16°	7,5 mm	15°
3	4,8 mm	32°	8,5 mm	20°

Während am kaudalen Abschnitt lateromedial eine kontinuierliche Abnahme der Krümmung zu verzeichnen ist, weist der kraniale Teil der Führungslinis gerade im medialen, dritten Kreissektor die stärkste Biegung auf.

5.3.2. ARTICULATIO GENUS

5.3.2.1. ARTICULATIO FEMOROTIBIALIS

Die Kondylen des Os femoris bilden zusammen mit der Facies articularis proximalis der Tibia das Kniekehlgelenk. Dabei handelt es sich um ein Walzengelenk, bei dem die Kontur der Gelenkerhöhung in der Seitenansicht dem Abschnitt einer Spiralwindung entspricht, so daß das Gelenk auch als *Articulatio spiralis* zu bezeichnen ist. Durch Ermittlung aller Kontaktpunkte ergeben sich an beiden Gelenkflächen je zwei Führungslinien und zwar in der Sagittalebene und bei der Rotation.

Die Führungslinie des Condylus medialis ossis femoris in der Sagittalebene (Abb. 35,36/b) ist distal mit einem Radius von 6,5 mm gekrümmt. Der dazugehörige Kreisbogen überspannt einen Zentriwinkel von 29° . Im zweiten Kreissektor wächst der Krümmungsradius dann auf 7,2 mm an und bestreicht einen Zentriwinkel von 27° . Ab dem dritten Kreissektor rollt sich die Führungslinie proximal kontinuierlich ein, wobei der Radius von 6,6 mm über 5,3 mm auf 4,0 mm abnimmt. Die dazugehörigen Zentriwinkel betragen 31° , 38° und 44° .

Auch am lateralen Kondylus (Abb. 35,36/a) ist distal die Führungslinie abgeflacht, während proximalwärts ein deutlicher Krümmungszuwachs folgt. Distal beginnend ist die Führungslinie zunächst mit einem Radius von 7,2 mm gekrümmt, bei einem Zentriwinkel von 31° . Proximal schließen sich zwei Kreissektoren mit einem Radius von 7,5 mm und 7,9 mm an, die einen Zentriwinkel von 30° sowie 29° aufweisen. Dann kommt es zu einem starken Biegungszuwachs, der mit einem Radius von 4,8 mm bei einem Zentriwinkel von 40° beginnt. Am proximalen Ende des Kondylus nimmt der Krümmungsradius auf 3,7 mm ab. Der dabei bestrichene Zentriwinkel erreicht einen Wert von 53° .

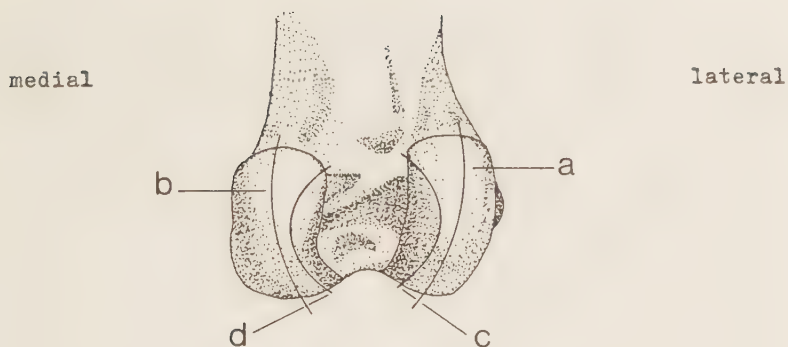


Abb. 35. Condyli lat. und med. des rechten Os femoris, kaudodistale Ansicht. Schnittführung: In der Sagittalebene; a= laterale, b= mediale Führungslinie. Bei der Rotation; c= laterale, d= mediale Führungslinie.

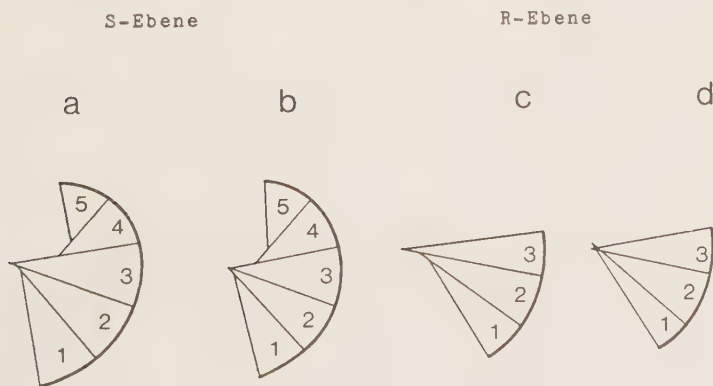


Abb. 36. Schnittprofil der Führungslinien: S-Ebene; a= laterale, b= mediale Führungslinie. R-Ebene; c= laterale, d= mediale Führungslinie. 1-5: Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien. Die Nummerierung erfolgt in distoproximaler Richtung.

Bei der Rotation tritt am medialen und lateralen Kondylus je eine proximodistal verlaufende Führungslinie hervor (Abb. 35/c,d). Während sie im mittleren Abschnitt parallel zur Führungslinie in der Sagittalebene entlangzieht, tritt sie proximal und distal auf die Innenseite des medialen bzw. lateralen Kondylus über. Beide Führungslinien besitzen jeweils drei Kreissektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien.

Am medialen Kondylus (Abb. 35,36/d) überspannt der Bogen des ersten, distalen Kreissektors mit dem Radius von 7,7 mm, einen Zentriwinkel von 17° . Es folgt ein Sektor mit dem Zentriwinkel von 29° und einer Krümmung von $r = 6,9$ mm. Proximal schließt sich das flachere Ende mit einem Radius von 7,5 mm bei einem Zentriwinkel von 21° an. Die Krümmungsparameter entlang der Führungslinie des lateralen Kondylus (Abb. 35,36/c) zeigen distoproximal folgende Werte: 7,1 mm auf 23° , 8,1 mm auf 25° und 8,8 mm auf 18° .

Im Gegensatz zum medialen Kondylus kommt es damit am lateralen Kondylus zu einer kontinuierlichen Abflachung der Führungslinie in proximaler Richtung.

An der Facies articularis proximalis der Tibia ergibt die Simulation der Bewegung in der Sagittalebene eine laterale und eine mediale Führungslinie (Abb. 37,38/a,b), die in der Mitte der entsprechenden Gelenkfläche kranio-kaudal verlaufen. Die laterale Führungslinie ist mit Ausnahme des kranialen Abschnittes stärker gebogen als die mediale und ändert ihr Krümmungsverhalten viermal; die mediale nur dreimal.

Der erste, kraniale Kreissektor der lateralen Führungslinie (Abb. 38/a) ist mit einem Radius von 7,8 mm zunächst nur wenig gekrümmt und bestreicht einen Zentriwinkel von 30° . Anschließend erfährt die Kurve einen Biegungszuwachs, indem der Radius auf 6,7 mm abnimmt.

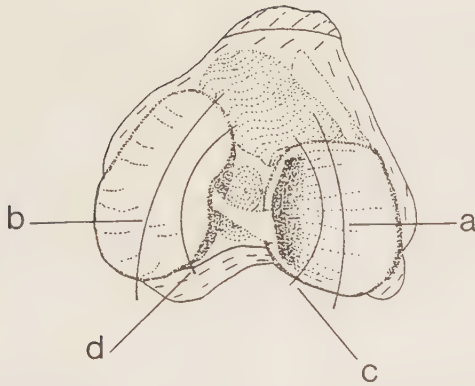


Abb. 37. Proximales Endstück der rechten Tibia, proximale Ansicht. Schnittführung: In der Sagittalebene; a= laterale, b= mediale Führungslinie. Bei der Rotation; c= laterale, d= mediale Führungslinie.

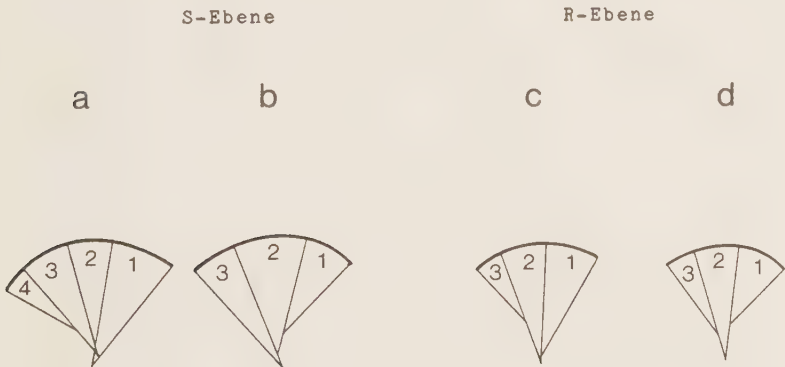


Abb. 38. Schnittprofil der Führungslinien: S-Ebene; a= laterale, b= mediale Führungslinie. 1-4: Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien. Die Bezifferung erfolgt von kranial nach kaudal.

Der Zentriwinkel beträgt 25° . Auf ein flacheres Kreisstück mit einem Krümmungsradius von 6,9 mm und einem Zentriwinkel von 25° , folgt kaudal wieder eine deutliche Krümmungszunahme auf $r = 5,0$ mm. Der dazugehörige Kreisbogen überspannt 20° .

Die mediale Gelenkfläche der Tibia ist entlang der Führungslinie (Abb. 38/b) kraniokaudal durch eine zunehmende Abflachung gekennzeichnet. Folgende Krümmungsverhältnisse wurden gemessen: 6,0 mm auf 30° , 7,6 mm auf 36° und 8,0 mm auf 20° .

Auch bei der Rotation sind am proximalen Gelenkende der Tibia eine laterale und eine mediale Führungslinie zu erkennen (Abb. 37, 38/c, d).

In ihrem mittleren Teil verlaufen sie parallel zu den Führungslinien in der Sagittalebene, biegen mit ihren kranialen und kaudalen Enden aber median um.

Die laterale Führungslinie (Abb. 38/c) ist kranial mit einem Radius von 7,1 mm gekrümmt. Der dazugehörige Kreisbogen überspannt einen Zentriwinkel von 28° . Im mittleren Abschnitt wächst der Krümmungsradius nur wenig, nämlich auf 7,2 mm an und bestreicht einen Zentriwinkel von 23° . Kaudal rollt sich die Führungslinie ein und schließt mit einem schmalen Sektor von 23° und einem Radius von 4,5 mm ab.

Die mediale Führungslinie (Abb. 38/d) ist in ihrem kranialen Abschnitt stärker gekrümmt als die laterale. Der Krümmungsradius beträgt 4,7 mm bei einem Zentriwinkel von 39° . Der mittlere Kreissektor erfährt mit einem Radius von 6,9 mm einen Biegungsverlust. Sein Zentriwinkel beträgt 24° . Kaudal wird die Kurve wieder enger. Der Krümmungsradius beträgt 5,5 mm bei einem Zentriwinkel von 20° .

5.3.2.2. ARTICULATIO FEMOROPATELLARIS

Die knöcherne Grundlage des Kniegelenks wird von der Trochlea ossis femoris und der Facies articularis der Patella gebildet. Es handelt sich um ein Schlittengelenk, an dem die Führungslinien in der Sagittalebene ermittelt wurden. Dabei traten an der Trochlea (Abb. 39,40) sowie an der Patella (Abb. 41,42) jeweils eine laterale (a) und eine mediale (b) Führungslinie hervor.

Am lateralen Rollkamm der Trochlea ist die Führungslinie (Abb. 40/a), proximal beginnend, zunächst mit einem Radius von 12,5 mm gekrümmt; der Zentriwinkel beträgt 11° . Daran schließt sich ein verhältnismäßig breiter, abgeflachter Kreissektor mit einem Zentriwinkel von 26° an, dessen Radius 16 mm mißt. Nach dieser Abflachung wird die Führungslinie im distalen Bereich wieder enger und ist in den letzten beiden Sektoren durch einen Krümmungsradius von 8,8 mm sowie nachfolgend 6,7 mm gekennzeichnet. Die dazugehörigen Zentriwinkel lauten: 21° und 36° .

Die mediale Führungslinie (Abb. 40/b) der Trochlea ändert ihr Krümmungsverhalten ebenfalls viermal. Die Kurve beginnt proximal mit einem Kreissektor von 29° dessen Radius 10,4 mm beträgt. Dann verliert sie einen Teil ihrer Biegung; der Krümmungsradius erreicht 14,5 mm bei einem Zentriwinkel von 19° . Distal erfährt die Führungslinie zunächst wieder einen Krümmungszuwachs auf $r = 8,8$ mm.

Diesen behält sie über einen Zentriwinkel von 24° bei, um dann mit einem Radius von 9,5 mm im letzten Kreissektor wieder weiter zu werden. Dabei überspannt der Kreisbogen einen Zentriwinkel von 22° .

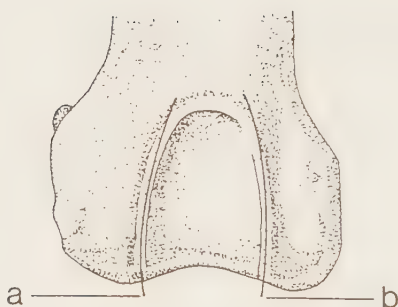


Abb. 39. Rechte Trochlea ossis femoris, kraniodistale Ansicht. Schnittführung in der Sagittalebene: a= laterale, b= mediale Führungslinie.

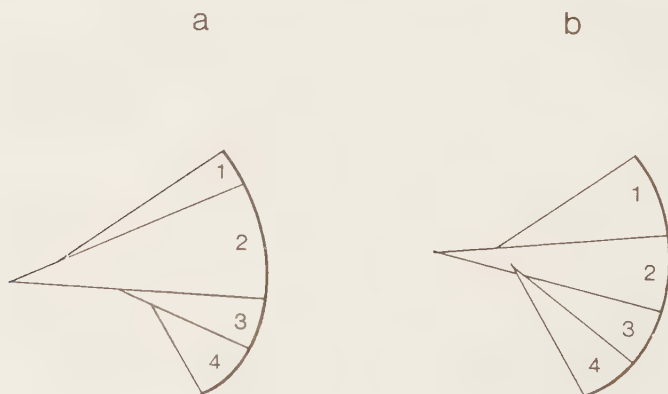


Abb. 40. Schnittprofil der Führungslinien: a= laterale, b= mediale Führungslinie. 1-4: Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien. Die Nummerierung erfolgt von proximal nach distal.

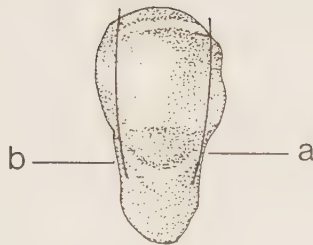


Abb. 41. Rechte Patella, kaudale Ansicht. Schnittführung in der Sagittalebene: a= laterale, b= mediale Führungslinie.

a

b

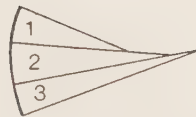


Abb. 42. Schnittprofil der Führungslinien: a= laterale, b= mediale Führungslinie. 1-3: Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien. Die Nummerierung erfolgt von proximal nach distal.

Die laterale und mediale Führungslinie (Abb. 42/a,b) an der Facies articularis der Patella ändern ihr Krümmungsverhalten jeweils dreimal. Beide weisen nur eine geringe Biegung auf, wobei sie im proximalen Sektor etwas stärker gekrümmt sind als distal.

Die Werte für das Krümmungsverhalten der beiden Führungslinien lauten in distaler Richtung :

Sektoren	Laterale Führungslinie		Mediale Führungslinie	
	r	ZW	r	ZW
1	8,5 mm	20	7,3 mm	18
2	13,0 mm	12	10,0 mm	15
3	11,0 mm	11	12,0 mm	10

5.3.3. ARTICULATIONES METATARSOPHALANGAE

Vorab sei für alle Zehengelenke vermerkt, daß zur Veranschaulichung der Führungslinien immer nur die Gelenkenden der dritten Zehe bildlich dargestellt werden, da sich die Führungslinien in ihrem Verlauf an allen Zehen gleich verhalten. Das Krümmungsverhalten der einzelnen Linien dagegen ist durchaus unterschiedlich. Die entsprechenden Meßwerte werden, des besseren Überblicks wegen, im Bereich der Zehengelenke stets tabellarisch zusammengefaßt und auch als einzelne Schnittprofile dargestellt.

Jedes Zehengrundgelenk der zweiten bis fünften Zehe besteht aus dem distalen Ende des entsprechenden Os metatarsale und der Gelenkgrube, die das proximale Ende der zugehörigen Phalanx proximalis gemeinsam mit den beiden plantaren Sesambeinen bildet. Es handelt sich dabei um Walzengelenke, in denen neben der vorherrschenden Beuge- und Streckbewegung auch Seitwärtsbewegungen möglich sind.

Durch Ermittlung aller Kontaktpunkte ergeben sich an der Trochlea der Ossa metatarsalia II-V sowie an der Fovea articularis der entsprechenden Phalanges proximales je eine Führungslinie in der S - und in der A - Ebene.

Für die Trochlea der Ossa metatarsalia lassen sich an der zweiten bis fünften Zehe in der Sagittalebene (Abb. 43/a) von dorsal nach plantar nachstehende Krümmungsverhältnisse erkennen (Abb. 44/a):

Zehe	II		III		IV		V	
Sektor	r	ZW	r	ZW	r	ZW	r	ZW
1	2,0 mm	28	2,8 mm	33	2,3 mm	18	1,6 mm	52
2	2,9 mm	38	3 2 mm	30	3,1 mm	37	1,8 mm	51
3	3,1 mm	34	3,7 mm	28	3,0 mm	31	3,6 mm	28
4	2,5 mm	56	2,8 mm	72	2,6 mm	82	2,1 mm	78

Die Führungslinien entlang der Sagittalebene zeichnen sich dorsal und plantar durch eine stärkere Krümmung aus als im mittleren Abschnitt. Im zweiten und dritten Kreissektor kommt es daher an allen Zehen zu einer Zunahme der Krümmungsradien, die einer Abflachung der Kurven entspricht. Die Führungslinie an der fünften Zehe ist, gegenüber denen der anderen Zehen verhältnismäßig kurz und am stärksten gebogen.

In der A - Ebene ändert die Führungslinie (Abb. 43/b) der Trochlea an der zweiten bis vierten Zehe viermal, an der fünften Zehe nur dreimal ihr Krümmungsverhalten (Abb. 44/b). Folgende Werte wurden von lateral nach medial gemessen:

Zehe	II		III		IV		V	
Sektor	r	ZW	r	ZW	r	ZW	r	ZW
1	1,5 mm	75	1,5 mm	45	2,3 mm	30	1,6 mm	50
2	2,0 mm	35	2,0 mm	39	2,5 mm	28	2,1 mm	36
3	2,3 mm	60	3,3 mm	26	3,1 mm	21	1,6 mm	65
4	2,0 mm	23	2,2 mm	68	2,3 mm	64		

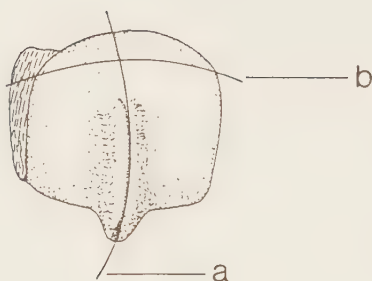


Abb. 43. Rechtes Os metatarsale III, distale Ansicht. Schnittführung: a= in der Sagittalebene; b= in der A-Ebene.

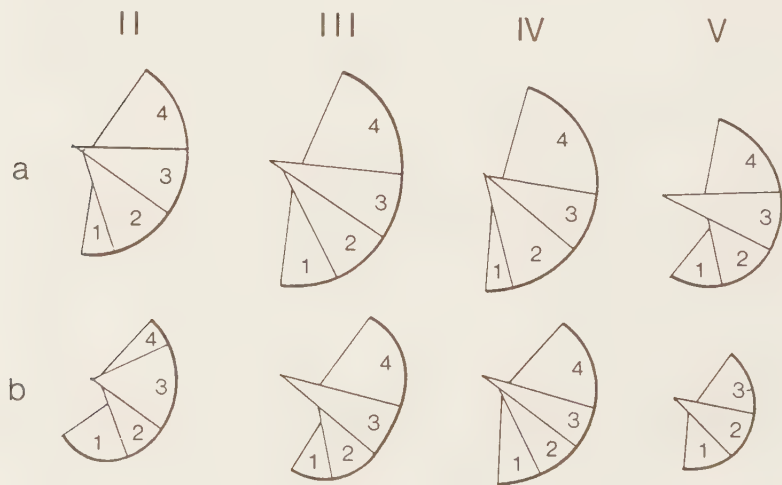


Abb. 44. Schnittprofil der Führungslinien der Ossa metatarsalia II-V: a= in der Sagittalebene; b= in der A-Ebene. 1-4: Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien. Die Nummerierung erfolgt bei a von dorsal nach plantar, bei b von lateral nach medial.

Auch in der A- Ebene ist die Kurve der fünften Zehe am stärksten gebogen. Bei allen Führungslinien kommt es im mittleren Teil zu einer Abnahme der Krümmung, die sich besonders im dritten Kreissektor, an der fünften Zehe im zweiten Sektor, bemerkbar macht. Am medialen Ende rollen sich die Kurven wieder vermehrt ein, erreichen aber an der zweiten und dritten Zehe nicht den Krümmungszuwachs wie lateral, also zu Beginn der Führungslinie. An der vierten und fünften Zehe dagegen weisen die Führungslinien am Ende wieder den gleichen Krümmungsradius auf, wie zu Anfang.

An der Fovea articularis der Phalanges proximales (Abb. 45/a) der zweiten bis fünften Zehe können in der Sagittalebene von dorsal nach plantar folgende Krümmungsparameter ermittelt werden (Abb.46/a):

Zehe	II		III		IV		V	
	r	ZW	r	ZW	r	ZW	r	ZW
1	6,6 mm	19°	5.3 mm	17°	6,0 mm	15°	7,0 mm	15°
2	18 mm	5°	16 mm	10°	16 mm	10°	16 mm	6°

Jede der Führungslinien ist recht kurz und beinhaltet nur eine einmalige Biegungsänderung, so daß immer zwei Kreissektoren zu unterscheiden sind. Auffallend ist die große Übereinstimmung der sehr flachen Kurven in ihrem Krümmungsverhalten. Während die plantaren Kreissektoren durch einen großen Radius gekennzeichnet sind, werden die Kurven dorsal wieder enger, wobei der Krümmungsradius mindestens auf über die Hälfte abnimmt.

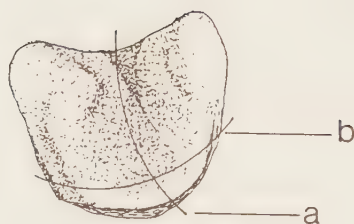


Abb. 45. Rechte Phalanx proximalis der dritten Hinterzehe, proximale Ansicht. Schnittführung: a= in der Sagittalebene; b= in der A-Ebene.

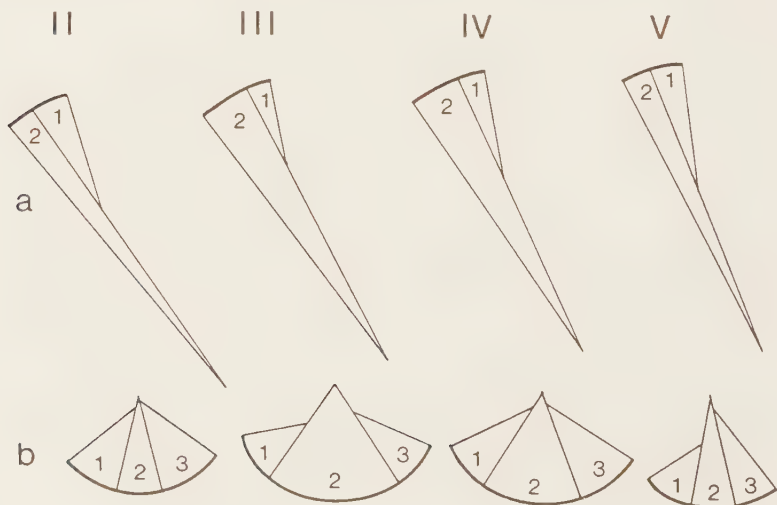


Abb. 46. Phalanges proximales der II-V Hinterzehe. Schnittprofile der Führungslinien: a= in der Sagittalebene; b= in der A-Ebene. 1-3: Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien. Die Nummerierung erfolgt bei a dorsoplantar, bei b lateromedial.

In der A-Ebene umfaßt jede Führungslinie der Fovea (Abb. 45/b) articularis an der zweiten bis fünften Zehe drei Sektoren unterschiedlicher Krümmung (Abb. 46/b). Dabei bedingt der jeweilige zweite Kreissektor eine Zunahme des Radius, so daß die Kurven im mittleren Abschnitt einen Teil ihrer Biegung verlieren. Im dritten Kreissektor findet wieder ein Krümmungszuwachs statt. Die Krümmungsparameter der Schnitte entlang der Führungslinien zeigen lateromedial folgende Werte auf:

Zehe	II		III		IV		V	
Sektor	r	ZW	r	ZW	r	ZW	r	ZW
1	2,4 mm	38°	1,8 mm	44°	2,5 mm	32°	1,8 mm	46°
2	2,7 mm	28°	3,1 mm	68°	3,1 mm	53°	3,1 mm	23°
3	2,5 mm	41°	2,3 mm	35°	2,7 mm	37°	2,4 mm	25°

5.3.4. ARTICULATIONES INTERPHALANGEAE PROXIMALES

In den Zehenmittelgelenken der zweiten bis fünften Zehe artikuliert die Trochlea der Phalanges proximales mit der Fovea articularis der Phalanges mediae. Es handelt sich morphologisch um Sattelgelenke, da die Gelenkerhöhung in ihrer Form der Sitzfläche eines Sattels gleicht. Die Gelenkpfanne paßt sich umgekehrt konstruiert der Gelenkerhöhung an. Die Führungslinien wurden an der zweiten bis fünften Zehe, entsprechend der Hauptbewegung in diesen Gelenken, in der Sagittalebene ermittelt. Dabei ergaben sich an beiden Gelenkflächen je zwei Führungslinien, eine laterale und eine mediale.

An der Trochlea der Phalanges proximales (Abb. 47/a,b) der zweiten bis fünften Zehe sind von distal nach proximal folgende Krümmungsverhältnisse zu erkennen:

Laterale Führungslinie (Abb.48/a)

Zehe	II		III		IV		V	
	r	ZW	r	ZW	r	ZW	r	ZW
1	1,6 mm	41°	2,5 mm	30°	1,9 mm	64°	1,9 mm	36°
2	1,8 mm	33°	2,3 mm	67°	1,8 mm	49°	1,4 mm	43°
3	2,4 mm	59°	1,6 mm	56°	1,5 mm	56°	1,8 mm	50°

Mediale Führungslinie (Abb. 48/b)

Zehe	II		III		IV		V	
	r	ZW	r	ZW	r	ZW	r	ZW
1	1,9 mm	36°	1,7 mm	42°	2,1 mm	44°	2,0 mm	33°
2	2,1 mm	62°	2,4 mm	62°	1,7 mm	57°	1,7 mm	38°
3	1,9 mm	48°	2,0 mm	52°	1,8 mm	59°	1,8 mm	64°

Laterale und mediale Führungslinie bestehen aus jeweils drei Kreissektoren unterschiedlicher Krümmungen. Vergleicht man beide miteinander, so ist die laterale Führungslinie etwas stärker gebogen als die mediale.

An der zweiten Zehe ist die laterale Führungslinie (Abb.48/a) proximal durch eine kontinuierliche Zunahme des Krümmungsradius über alle drei Kreissektoren charakterisiert. Am dritten und vierten Strahl dagegen wird die Kurve im proximalen, dem dritten Kreissektor deutlich enger, an der fünften Zehe bereits im zweiten.

Die mediale Führungslinie (Abb. 48/b) ist an der zweiten und dritten Zehe im mittleren Teil etwas abgeflacht, am Anfang und Ende dafür stärker gebogen. An der vierten und fünften Zehe sind die größten Krümmungsradien jedoch im ersten und dritten Kreissektor zu finden, während der zweite, mittlere Kreissektor durch eine Abnahme desselben gekennzeichnet ist. Dadurch erfährt die Kurve an diesen beiden Zehen im mittleren Teil einen Krümmungszuwachs.

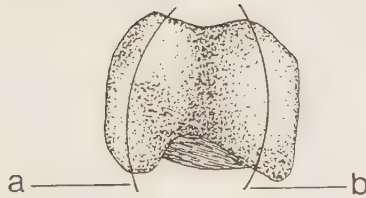


Abb. 47. Rechte Phalanx proximalis der dritten Hinterzehe, distale Ansicht. Schnittführung in der Sagittalebene: a= laterale, b= mediale Führungslinie.

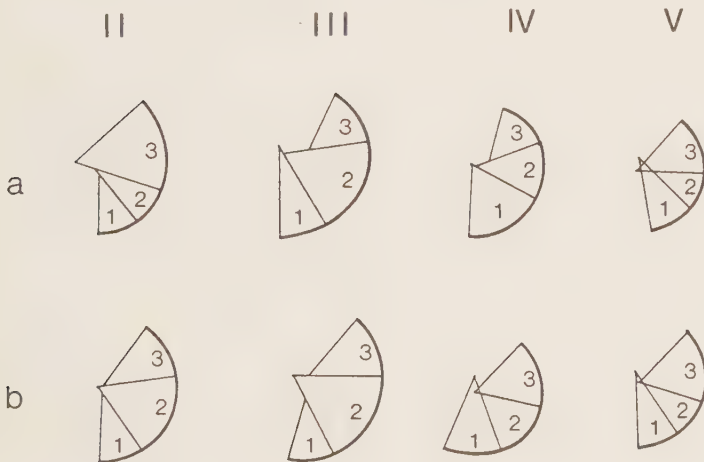


Abb. 48. Phalanges proximales der Hinterzehen II-V. Schnittprofil der Führungslinien: a= laterale, b= mediale Führungslinie. 1-3: Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien. Die Nummerierung erfolgt von distal nach proximal.

Die Werte für das Krümmungsverhalten der lateralen und medialen Führungslinie der Fovea articularis (Abb. 49/a,b) der Phalanges mediae lauten von dorsal nach plantar: Laterale Führungslinie (Abb. 50/a)

Zehe	II		III		IV		V	
Sektor	r	ZW	r	ZW	r	ZW	r	ZW
1	2,8 mm	13°	2,5 mm	25°	2,6 mm	17°	3,6 mm	24°
2	3,1 mm	20°	3,2 mm	19°	3,5 mm	20°	4,2 mm	28°
3	2,5 mm	34°	2,5 mm	34°	3,2 mm	22°		

Mediale Führungslinie (Abb. 50/b)

Zehe	II		III		IV		V	
Sektor	r	ZW	r	ZW	r	ZW	r	ZW
1	2,8 mm	20°	2,8 mm	22°	3,0 mm	16°	3,9 mm	22°
2	3,1 mm	24°	3,5 mm	19°	3,2 mm	22°	3,1 mm	36°
3	2,0 mm	30°	2,7 mm	31°	2,9 mm	26°		

Mediale und laterale Führungslinie ändern ihr Krümmungsverhalten an der zweiten bis vierten Zehe jeweils dreimal, wobei stets der zweite Kreissektor den größten Krümmungsradius aufweist. An der fünften Zehe erfahren sie nur einen einmaligen Krümmungswechsel, so daß dementsprechend auch nur zwei Kreissektoren vorhanden sind.

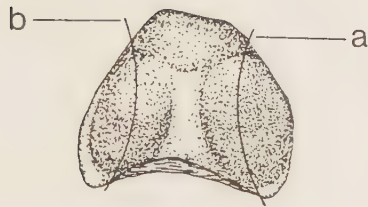


Abb. 49. Rechte Phalanx media der dritten Hinterzehe, proximale Ansicht. Schnittführung in der Sagittalebene: a = laterale, b = mediale Führungslinie.

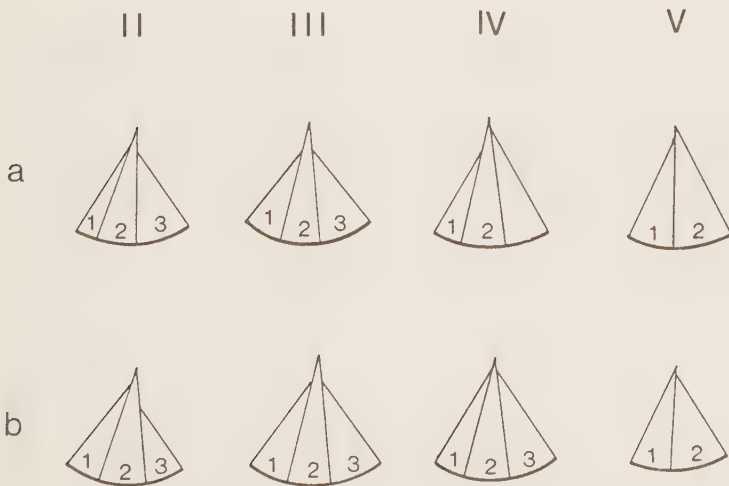


Abb. 50. Phalanges mediae der Hinterzehen II-V. Schnittprofil der Führungslinien: a = laterale, b = mediale Führungslinie. 1-3: Sektoren unterschiedlicher Krümmungsradien. Die Nummerierung erfolgt von dorsal nach plantar.

5.3.5. ARTICULATIONES INTERPHALANGEAE DISTALES

Die Trochlea der Phalanx media der zweiten bis fünften Zehe bildet zusammen mit der Facies articularis der Phalanx distalis die knöcherne Grundlage für die Zehenendgelenke. Da, wie bereits beschrieben, die Gelenkfläche der Phalanges distales an allen Zehen leicht schräg gestellt ist, handelt es sich funktionell um Schraubengelenke. Das Charakteristische einer solchen Schraubenbewegung definierte FICK (1910) als die Drehung um eine Achse bei gleichzeitigem Fortschreiten längs dieser Achse. Das seitliche Versetzen entlang der Schraubenachse wird durch die Ganghöhe bestimmt, die in den Zehenendgelenken der Katze ungefähr 3 mm beträgt. Damit verbleibt als Hauptanteil der Bewegung die Drehung um die Schraubenachse, die der Flexion und Extension entspricht.

Mittels Okklusionspapier läßt die Bewegung in der Sagittalebene an beiden Gelenkflächen der zweiten bis fünften Zehe je eine Führungslinie hervortreten. In dorso-plantarer Richtung sind an der Trochlea (Abb. 51) der Phalanx media der Zehe II-V folgende Krümmungsparameter zu erkennen (Abb.52):

Zehe	II		III		IV		V	
	r	ZW	r	ZW	r	ZW	r	ZW
1	1,5 mm	73°	1,1 mm	90°	1.1 mm	84°	1.2 mm	75°
2	1,4 mm	44°	1,6 mm	34°	1,6 mm	48°	1,0 mm	59°
3	2,0 mm	31°	2,1 mm	29°	1,7 mm	37°	1,9 mm	33°
4	3,2 mm	10°	2,6 mm	27°	1,8 mm	36°	2,5 mm	19°

Aus den tabellarisch aufgelisteten Krümmungsradien und den Abbildungen geht deutlich hervor, daß die Biegung der Führungslinien in plantodorsaler Richtung zunimmt, in umgekehrter Richtung entsprechend abnimmt.

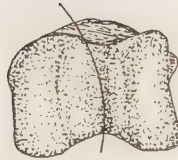


Abb. 51. Rechte Phalanx media der dritten Hinterzehe, distale Ansicht. Schnittführung in der Sagittalebene.

II

III

IV

V



Abb. 52. Phalanges mediae der Hinterzehen II-V. Schnittprofile der Führungslinien. 1-4: Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien. Die Nummerierung erfolgt dorsoplantar.

Eine solche, in bestimmter Richtung wachsende Krümmung besitzt die Spirale in der Geometrie. Somit weist der proximale Gelenkkörper der Zehenendgelenke entlang der Führungslinie eine spiralförmige Krümmung auf. Die Öffnung dieser Spirale ist dabei an allen Zehen plantar gerichtet.

Die Führungslinie der Facies articularis der Phalanx distalis (Abb.53) ändert an allen vier Zehen ihr Krümmungsverhalten dreimal, so daß jeweils dorsoplantar drei Kreissektoren mit unterschiedlichen Radien zu erkennen sind (Abb. 54):

Zehe	II		III		IV		V	
Sektor	r	ZW	r	ZW	r	ZW	r	ZW
1	2,9 mm	35°	2,9 mm	34°	2,4 mm	41°	3,2 mm	20°
2	2,0 mm	31°	1,9 mm	36°	1,6 mm	39°	1,8 mm	35°
3	1,7 mm	46°	3,3 mm	26°	3,6 mm	24°	1,6 mm	52°

Die Facies articularis der Phalanx distalis flacht entlang der Führungslinie an der zweiten und fünften Zehe plantodorsal zunehmend ab. An der dritten und vierten Zehe dagegen verzeichnet die Kurve im mittleren Abschnitt den stärksten Krümmungszuwachs, während sie dorsal und plantar wieder weiter wird. Dabei ist der plantare Krümmungsradius größer als der dorsale.



Abb. 53. Rechte Phalanx distalis der dritten Hinterzehe, proximale Ansicht. Schnittführung in der Sagittalebene.



Abb. 54. Phalanges distales der Hinterzehen II-V. Schnittprofile der Führungslinien. 1-3: Sektoren mit unterschiedlichen Krümmungsradien. Die Nummerierung erfolgt dorsoplantar.

6. DISKUSSION

6.1. DESKRIPTIVE ANATOMIE DER ZEHENGELLENKE DER KATZE

6.1.1. FUSSKONSTRUKTION

Mit STARCK (1979) ist die Katze ein Zehengänger, somit digitigrad und in der Konstruktion ihres Fußes dem der artiodaktylen Huftiere ähnlich. Die Fußachse liegt zwischen der dritten und vierten Zehe, so daß diese beiden Strahlen den Hauptstützpunkt während der Bewegung, insbesondere beim Vorwärtsschieben des Körpers bilden. ZIETZSCHMANN (1943) und NICKEL et al. (1984), die den Fuß der Karnivoren ebenfalls mit dem der artiodaktylen Huftiere vergleichen, beschreiben die Phalangen der dritten und vierten Zehe beim Flfr. stets länger und kräftiger als die der zweiten und fünften Zehe. Ein Vergleich der Zehenglieder des dritten und vierten, sowie des zweiten und fünften Strahls untereinander ergibt jedoch bei der Katze, daß diese nicht, wie von GURLT (1843) für den Flfr. angegeben, in Länge und Dicke immer gleich sind, sondern durchaus voneinander abweichen. Dabei sind die Phalangen der dritten Zehe stets, wenn auch nur geringgradig, länger und stärker als die der vierten Zehe, und die Phalangen der zweiten Zehe entsprechend länger und kräftiger als die der fünften Zehe. BOAS (1909) erwähnt ein solches Verhalten der Phalangen am Vorderfuß der Katze: "Bei sehr vielen Karnivoren ist die Zehe Nr. 3 länger als die der Nr. 4. Das ist sogar der Fall bei der Katze, die sonst einen recht ausgeprägten artiodaktylen Fuß besitzt".

6.1.2. KNÖCHERNE GRUNDLAGE

Hinweise auf spezifische morphologische Merkmale an den Zehenknochen der Katze sind bis auf die Phalanx distalis in der Literatur kaum zu finden. Eingehendere Beschreibungen beschäftigen sich immer mit dem Flfr. bzw.

speziell mit dem Hund (KADLETZ, 1932; ZIETZSCHMANN, 1936 u. 1943; NICKEL, 1984 u.a.).

Aufgrund der eigenen Untersuchungen ist festzustellen, daß die das Zehengrund- und Zehenmittelgelenk bildenden Knochen der Katze mit der Lehrbuchmeinung über die Flfr. bzw. des Hundes eine große Übereinstimmung aufweisen. BARONE (1980) kommt zu einem ähnlichen Ergebnis. Doch sei im folgenden noch einmal auf Besonderheiten des Zehenskeletts der Katze, auch im Vergleich zum Hund und insbesondere zum Dackel eingegangen.

Das distale Ende der Ossa metatarsalia II-V bildet die Trochlea, die als kurze, quere Walze ausgebildet ist. Auf ihrer Plantarseite trägt sie einen Sagittalkamm von ca. 0,5 mm Höhe, wodurch die Gelenkfläche in zwei Abschnitte unterteilt wird. Diese verhalten sich bezüglich ihrer Größe bei der Katze genau umgekehrt zu den von DETELS (1980) am Gliedmaßenskelett des Dackels getroffenen Feststellungen. Während beim Dackel der axiale Gelenkabschnitt stets größer und stärker gewölbt erscheint, ist dies bei der Katze am abaxialen Abschnitt der Fall.

Die Basis der Phalanges proximales trägt die flache Fovea articularis, die bei der Katze an der dritten und vierten Zehe quer, an der zweiten und fünften Zehe leicht schräg gestellt ist. Die plantaren Bandhöcker sind am dritten und vierten Strahl annähernd gleich groß, an der zweiten und fünften Zehe axial höher als abaxial. Im Gegensatz dazu findet DETELS (1980) beim Dackel die abaxiale Aufwölbung deutlich höher als die axiale. Das distale Ende der Phalanges proximales trägt die Trochlea, die sattelförmig ausgebildet ist.

Die Fovea articularis jeder Phalanx media stellt das Negativ einer Sattelfläche dar und ist mit einem Sagittalkamm ausgestattet. Die Gelenkfläche wird dadurch in zwei leicht vertiefte Facetten unterteilt, von denen bei der Katze an der dritten und vierten Zehe die axiale, an

der zweiten und fünften Zehe die abaxiale die schmalere der beiden ist.

Das Zehenendgelenk setzt sich aus der Trochlea der Phalanx media und der Facies articularis der Phalanx distalis zusammen. Aufgrund der funktionellen Unterschiede in diesem Gelenk zwischen Hund und Katze (Einziehmechanismus der Krallen), weist letztere in der Ausgestaltung der entsprechenden Gelenkflächen einige Besonderheiten auf. FRANCK (1892) bezeichnet das untere Ende der Phalanx media bei der Katze nach auswärts abgelenkt. REIGHARD/JENNINGS (1953) wie auch GONYEA/ASHWORTH (1975) beschreiben diese Abknickung als eine transversale, nach lateral zeigende Verlängerung der Trochlea, was mit meinen Untersuchungen übereinstimmt. Durch die asymmetrische Ausbildung des Kaputs der Phalanx media wird der Phalanx distalis erst das laterale Vorbeigleiten an ersterer ermöglicht. Die Verlängerung allein wäre jedoch kaum ausreichend, um die Endphalanx so weit dorsal zu bringen, wie dies beim Einziehen der Katzenkrallen der Fall ist. Erst durch die zusätzliche Schrägstellung der Facies articularis der Phalanx distalis, wie sie auch von GONYEA/ASHWORTH beschrieben wird, erhält das Krallenbein einen so großen Bewegungsspielraum, daß es im Ruhezustand dem Körper der Phalanx media lateral anliegt. In ihrer Form stellt die Facies articularis des Krallenbeins gemäß dem Ende der Phalanx media das Negativ einer Sattelfläche dar. Entgegen MC CLURE (1973), der die Gelenkfläche als dorsoplantar konkav und transversal konvex bezeichnet, ist nach den eigenen Untersuchungen die Konvexität in Form eines Sagittalkamms nur noch andeutungsweise im plantaren Bereich zu erkennen.

6.1.3. OSSA SESAMOIDEA

In Übereinstimmung mit KÖHLER (1902) und ZIETZSCHMANN (1943) sind die dorsalen Sesambeine des Zehengrundgelenks der Katze immer an allen Hinterzehen vorhanden und in die Gelenkkapsel eingelagert. Am Zehenmittelgelenk kommt

ebenfalls am zweiten bis fünften Strahl je ein knorpeliges Sesambein vor, das aber in die Strecksehne eingelagert ist. Im Widerspruch dazu beschreiben RETTERER/NEUVILLE (1918) die dorsalen Sesambeine des Zehenmittelgelenks bei der Katze als eine Einlagerung der Gelenkkapsel und nicht der Sehne. Mc CLURE et al. (1973) und SHIVELY/BEAVER (1985) erwähnen bei der Katze ebenfalls das Vorkommen dorsaler Sesambeine, jedoch nur am Zehengrundgelenk. MIVART (1881) und REIGHARD/JENNINGS (1953) geben demgegenüber für die Katze nur das Vorkommen plantarer Sesambeine an, ebenso HORCLOIS (1946), der ausdrücklich betont, daß bei der Katze dorsale Sesambeine nicht vorhanden sein sollen.

Die plantaren Ossa sesamoidea des Zehengrundgelenks bestehen an der zweiten bis fünften Zehe aus je einem Paar verknöchelter Sesambeine, die durch Bänder am Skelett befestigt sind. Diese Angaben sind ohne Einschränkung auch in der gesamten Literatur zu finden. Laut SUSSDORF (1895) setzt sich jedes der Sesambeinpaare der zweiten bis fünften Zehe beim Flfr. aus einem abaxial kleineren und einem axial größeren Knöchelchen zusammen. Dies stimmt bei der Katze nur an der zweiten und fünften Zehe mit den eigenen Erhebungen überein. An der dritten und vierten Zehe dagegen sind beide Sesambeine eines Paares annähernd gleich groß.

Am Zehenmittelgelenk sowie am Zehenendgelenk eines jeden Strahls kommt außerdem bei der Katze noch je ein knorpeliges Sesambein vor. Diese erwähnen nur KÖHLER (1902) und ZIETZSCHMANN (1943). FRANCK (1892) und SUSSDORF (1895) bezeichnen demgegenüber noch den Ballenhöcker des Krallenbeins beim Flfr. als ehemaliges Os sesamoideum distale, das auf diese Art und Weise mit der Phalanx distalis verschmolzen sei.

6.1.4. GELENKKAPSEL

Im Hinblick auf die Gelenkkapselverhältnisse beschreiben NICKEL et al. (1984) für jedes Metatarsophalangealgelenk

der Flfr. eine weite, selbständige Kapsel, die sich plantar weiter proximal als dorsal ausbuchtet. Das entspricht den von mir ermittelten Ergebnissen, wobei der Recessus dorsalis insgesamt größer ist als der Recessus plantaris.

BARONE (1980) spricht dagegen beim Flfr. von einem größeren Recessus plantaris. Die Unterteilung dieses Recessus in eine mediale und laterale Abteilung wird in beiden Lehrbüchern nicht beschrieben.

Bei der Gelenkkapsel des Zehenmittel- und Zehenendgelenks unterscheidet BARONE (1980) jeweils zwischen einer dorsalen und einer plantaren Ausbuchtung, was sich mit den eigenen Ergebnissen deckt. Dabei erreichen die Vorwölbungen der Zehenendgelenke, insbesondere dorsal, eine größeres Ausmaß als die der Zehenmittelgelenke, wie bereits BARONE (1980) feststellte.

6.1.5. BANDAPPARAT

BARONE (1980) beschreibt die Ligg. collateralia lat. und med. des Zehengrundgelenks als breit bei der Katze, wobei sich jedes Kollateralband distal in zwei Schenkel spaltet. Der dickere Schenkel zieht zur Phalanx proximalis, der schwächere zum entsprechenden Sesambein. Meine Untersuchungen am Bandapparat der Katze zeigen jedoch, daß eine derartige Aufteilung der Ligg. collateralia in Form eines zusätzlichen Sesambeinschenkels nicht vorliegt. Der von BARONE (1980) erwähnte Sesambeinast entspricht stattdessen dem proximalen Schenkel der Ligg. sesamoidea collateralia. Dieser ist bei der Katze gut ausgebildet und läßt sich in seiner ganzen Länge vom entsprechenden Lig. collaterale isolieren.

In 11% der Fälle besteht dagegen jedes Lig. collaterale des Zehengrundgelenks bei der Katze aus einer längeren, schmalen und einer dickeren, kurzen Portion, die beide an der Phalanx proximalis ansetzen. Eine derartige, allerdings regelmäßig vorhandene Unterteilung wird nur noch von ZIETZSCHMANN (1943) für die Kollateralbänder des

Zehengrundgelenks beim Pferd genannt. Beide Portionen sind im Gegensatz zum Pferd bei der Katze jedoch gut voneinander zu trennen.

Werden in der Literatur die Bandverbindungen der Ossa sesamoidea proximalia beschrieben, so wird stets das Vorhandensein des Lig. palmare hervorgehoben. Die Angaben über das Vorkommen weiterer Sesambeinbänder bei der Katze sind dann aber z.T. sehr unterschiedlich.

Proximale Sesambeinbänder sind, wie aus den eigenen Untersuchungen hervorgeht, bei der Katze nicht vorhanden, sondern die Befestigung der Ossa sesamoidea proximalia erfolgt durch die Mm. interossei. Dies wird auch von NICKEL et al. (1984) für den Flfr. und von EVANS/CHRISTENSEN (1979) für den Hund angegeben.

Die mittleren Sesambeinbänder sind bei der Katze durch das bereits erwähnte Lig. palmare sowie durch die Ligg. collateralia lat. und med. vertreten. Während BARONE (1980) als Ligg. sesamoidea collateralia nur die Verbindung zwischen Sesambein und Phalanx proximalis bezeichnet, beschreiben KÖHLER (1902) und REIGHARD/JENNINGS (1953), in Übereinstimmung mit den eigenen Ergebnissen, an jeder Zehe einen proximalen zum Metatarsus und einen distalen zur Phalanx proximalis ziehenden Schenkel. STRAUS-DURCKHEIM (1845), der ebenfalls einen proximalen und einen distalen Ast nennt, unterteilt letzteren in eine längere, oberflächliche und eine kürzere, tiefe Portion. Dies ließ sich bei den eigenen Untersuchungen nicht nachvollziehen, so daß beide Schenkel bei der Katze ein jeweils einheitliches Band bilden. Entgegen KÖHLER (1902), der die Ligg. sesamoidea collateralia als nicht scharf von der Umgebung abgesetzt beschreibt, ist der proximale Schenkel bei der Katze sehr gut abzugrenzen.

Retinacula der Muskulatur, die ebenfalls zu den mittleren Sesambeinbändern gehören und sich in 62% der Fälle darstellen ließen, wurden bisher nicht in der Literatur genannt.

Als distale Sesambeinbänder werden das Lig. sesamoideum rectum sowie die Ligg. sesamoidea cruciata von NICKEL et al. (1984) für den Flfr. und von EVANS/CHRISTENSEN (1979) für den Hund beschrieben. KOCH (1960) erwähnt beim Flfr. nur das Vorkommen der Ligg. sesamoidea cruciata sowie eine plantare Bandplatte, die nicht scharf begrenzt ist und zwischen dem distalen Rand der Sesambeine und der Phalanx proximalis verkehrt. In der Anatomie des Hundes bezeichnet ZIETZSCHMANN (1936) diese Bandplatte als Lig. sesamoideum distale und setzt sie, wie auch KÖHLER (1902) bei Hund und Katze, den Ligg. sesamoidea obliqua des Pferdes gleich. STRAUS-DURCKHEIM (1845) gibt bei der Katze nur das Vorkommen der Ligg. sesamoidea cruciata an, ebenso BARONE (1980), der das Vorhandensein anderer distaler Sesambeinbänder beim Flfr. ausdrücklich verneint. Den eigenen Untersuchungen zufolge setzen sich die distalen Sesambeinbänder der Katze aus den Ligg. sesamoidea cruciata, den Unterstützungsästen der Mm. interossei und kurzen Bandfasern zusammen, die vom distalen Rand der Sesambeine zur Phalanx proximalis ziehen. Da sie unter den gekreuzten Bändern zum Vorschein kommen, können sie mit den Ligg. sesamoidea brevia des Pferdes verglichen werden und wurden daher entsprechend benannt. Ein Lig. sesamoideum rectum oder aber ein den Ligg. sesamoidea obliqua des Pferdes analoges Band konnte ich dagegen bei der Katze nicht feststellen.

Das oberflächliche Zehenspannband, das laut BRÜHL (1851) beim Hund an der Hinterpfote nicht vorkommt, ist bei der Katze jedoch vorhanden und gut zu isolieren.

Das tiefe Zehenspannband der Katze besteht, wie auch BAUM/ZIETZSCHMANN (1936) für den Hund feststellten, aus zwei seitlichen und einem mittleren tiefen Zehenspannband. Letzters entspringt nach eigenen Untersuchungen bei der Katze mit dem einen Schenkel von der Phalanx proximalis, während es mit dem anderen eine Abspaltung des M. flexor digit. superficialis darstellt. Im Gegensatz dazu beschreibt KÖHLER (1902) bei Hund und Katze das Band

stets als einschenkelig und gibt als Ursprung nur die Phalanx proximalis bzw. das Ringband des entsprechenden Zehengelenks an. Er erwähnt auch dünne Faserzüge vom M. flexor digit. superficialis, die aber selbständig bleiben und nach kurzem Verlauf in den Ballen einstrahlen.

Während NICKEL et al. (1984) beim Flfr. seitliche Aufhängebänder des Sohlenballens nennen, konnten diese in Übereinstimmung mit KÖHLER (1902) bei der Katze nicht dargestellt werden.

Hauskatzen sowie die gesamte Familie der Feliden verfügen über einen Einziehmechanismus der Krallen, der für die Lebensweise dieser Tiere eine große Rolle spielt. Dieser Mechanismus funktioniert mittels der elastischen Ligamenta dorsalia, die in Ruhestellung das Zehenendgelenk in Hyperextension halten, so daß die Krallenspitze den Boden nicht berührt und scharf bleibt. Dabei kommt die Phalanx distalis lateral der Phalanx media zu liegen. Auch der Hund verfügt über elastische Dorsalbänder, die jedoch wesentlich schwächer sind als bei der Katze und die Krallen nur so weit aufrichten, daß ihre Abnutzung nicht verhindert wird.

HORCLOIS (1946) erwähnt bei der Katze nur das Vorhandensein eines Lig. dorsale, ebenso MIVART (1881), der als Ursprung das Kaput der Phalanx media angibt. HERRON (1967) und FOSTER/FOWLER (1971) beschreiben, den Dorsalbändern des Hundes vergleichbar, bei der Katze zwei Ligg. dorsalia, die proximal von der Phalanx media entspringen. Ebenso SHIVELY (1984), der aber für die Katze noch ein zusätzliches drittes Band aufzählt. GONYEA/ASHWORTH (1975) sowie PREUSS/WÜNSCHE (1972) unterscheiden zwischen einem sehr kräftigen Lig. dorsale breve und dem Vorkommen eines bzw. mehrerer Ligg. dorsalia longa. In Bezug auf das Lig. dorsale breve decken sich die eigenen Feststellungen mit denen der zuletzt genannten Autoren. Bezüglich der Darstellung der Ligg. dorsalia longa weist die Literatur Abweichungen auf. GONYEA/ASHWORTH (1975)

erwähnen nur ein Lig. dorsale longum, das medial an der Phalanx distalis ansetzt. PREUSS/WÜNSCHE (1972) beschreiben dagegen an der Hinterpfote der Katze immer zwei Ligg. dorsalia longa, die lateral und medial an der Phalanx distalis ansetzen. Dies kann aufgrund der eigenen Befunde bestätigt werden, wobei jedoch zusätzlich noch ein weiteres drittes Band, das Lig. dorsale longum proximale präpariert werden konnte. Entgegen PREUSS/WÜNSCHE (1972) sind die Ligg. dorsalia longa zudem nicht nur einsträngig, sondern können am Ursprung zweischenkelig sein bzw. auch aus zwei völlig getrennten Strängen bestehen, so daß aufgrund ihrer Gestaltung grundsätzlich drei Typen zu unterscheiden sind. Daraus ergibt sich bereits, daß die langen elastischen Dorsalbänder der Katze in Bezug auf Gestaltung, Ursprung und Vorkommen eine wesentlich größere Variationsbreite zeigen, als bisher in der Literatur angegeben.

In Übereinstimmung mit PREUSS/WÜNSCHE (1972) dienen die Ligg. dorsalia longa vorrangig der Unterstützung des kurzen elastischen Bandes und sind in der Lage, die Endphalanx abgestufter in die Ruhelage zurückzuführen, als dies allein durch das Lig. dorsale breve möglich wäre. Zudem bedingt der Übergang einiger ihrer Fasern in das Umschlagsgebiet der Haut nahe der Phalanx distalis, daß das Fell beim Vorstrecken der Krallen automatisch zurückgestreift wird.

6.2. FUNKTIONELLE ANATOMIE DER HINTERGLIEDMASSENGELENKE DER KATZE

Die Katze gehört, ebenso wie der Hund, zu den sog. Lauf-tieren, wobei sie sich in ihren Bewegungen jedoch durch eine besondere Eleganz und Geschmeidigkeit auszeichnet. Insbesondere das Schleichen, aber auch das Klettern, ist typisch für die Katze, während der Hund dies nicht vermag.

In einer ausführlichen Bewegungsstudie haben GOSLOW et al. (1973) die Hintergliedmaße der Katze analysiert.

6.2.1. ARTICULATIO COXAE

Schon Mc CLURE et al. (1973) bezeichnen das Hüftgelenk der Katze als ein sehr frei bewegliches Gelenk, das Beugung und Streckung sowie Abduktion, Adduktion und Rotation erlaubt. Im Gegensatz zu SUSSDORF (1895), der beim Flfr. die Drehbewegungen im Hüftgelenk als am beschränktesten beschreibt, ist bei der Katze gerade die große Fähigkeit zur Rotation besonders auffallend. Dies spiegelt sich in einem Gesamt-Bewegungsumfang bei der Rotation von 100° - 130° wider, der sogar noch den der Seitwärtsbewegungen (80° - 100°) übersteigt. Da eine so ausgiebige Rotation jedoch immer nur passiv durch den Untersucher vollzogen wird, während insbesondere die Abduktion durch die Katze aktiv herbeigeführt wird, läßt sich in Übereinstimmung mit NICKEL et al. (1984) betonen, daß das Hüftgelenk des Flfr. und damit auch das der Katze neben Beugung und Streckung vor allem deutliche Abduktionsbewegungen ermöglicht.

MIVART (1881) äußert sich zur Beweglichkeit im Hüftgelenk der Katze folgendermaßen: "Movements of the thigh, therefore though still extensive are more restrained than that of the fore limb at the shoulder joint". Ein Vergleich mit den Winkelmeßwerten von BRUGGER (1987) für das Schultergelenk der Katze zeigt, daß diese Aussage zwar auf Flexion und Extension sowie Abduktion und Adduktion zutrifft. Das Rotationsvermögen ist dagegen an der Hintergliedmaße deutlich größer als an der Vordergliedmaße. Winkelwerte am Schultergelenk der Katze nach BRUGGER: [Flexion 24° - 36° ; Extension 161° - 170° ; Abduktion 54° - 66° ; Adduktion 51° - 60° ; Rotation innen 35° - 42° ; Rotation außen 42° - 51° .]

GOSLOW et al. (1973) stellen fest, daß während der Hangbeinphase (Swing-Phase) das Hüftgelenk der Katze zunächst noch kurzzeitig gestreckt ist, um dann gleich in Beugung

überzugehen. Diese erfolgt bis zu einem gewissen Winkel und bleibt mit kleinen Schwankungen die ganze Phase über bestehen. Zu Beginn der Stützbeinphase (Stance-Phase) wird die Beugung noch kurzzeitig beibehalten. Danach kommt es, bis zum Ende dieser Phase zu einer zunehmenden Streckung. Die von GOSLOW et al. (1973) kaudal am Hüftgelenk gemessenen Winkel schwanken während eines Bewegungszyklus zwischen 125° - 130° bei maximaler Beugung und 75° - 80° bei maximaler Streckung. Dies entspricht einem (gemäß eigener Methodik) kranial am Hüftgelenk gemessenen Winkel von ca. 80° - 85° bei maximaler Flexion und ca. 130° - 135° bei maximaler Extension und läßt erkennen, daß die ohne jegliche passive Einwirkung gemessenen Winkelwerte deutlich unter dem maximal möglichen Bewegungsausschlag am anatomischen Muskelpräparat liegen.

6.2.2. ARTICULATIO FEMOROTIBIALIS

Auch am Kniekehlgelenk der Katze fallen die von GOSLOW et al. (1973) in drei Gangarten ermittelten Winkelwerte (Flexion maximal 75° - 80° ; Extension 110° - 125°) niedriger aus als am anatomischen Muskelpräparat. In der Hangbeinphase beschreiben die Autoren das Kniekehlgelenk als noch kurzzeitig gebeugt, um dann in Streckung überzugehen. Während der Stützbeinphase kommt es wieder zur Beugung, der ausgeprägte Streckung folgt.

In Übereinstimmung mit REIGHARD/JENNINGS (1953) ist das Kniekehlgelenk der Katze als zweiachsiges Gelenk anzusehen, in dem, neben der Hauptbewegung Flexion und Extension, auch Rotation möglich ist. Im Widerspruch dazu meinen MC CLURE et al. (1973), daß die Katze ein echtes Wechselgelenk besitzt, in dem nur Beugung und Streckung möglich sei. Einen so großen Rotationsumfang jedoch, wie ihn WISSDORF/ LOEFFLER (1964) für die Katze beschreiben, kann bei den eigenen Untersuchungen nur am Bänderpräparat nach Durchtrennung der Seitenbänder nachvollzogen werden.

[ARTICULATIO TARSI siehe BLÜML, 1983.]

6.2.3. ARTICULATIONES METATARSOPHALANGAEAE

ARTICULATIONES INTERPHALANGAEAE PROXIMALES

ET DISTALES PEDIS

Die Pfote - mit gewisser Betonung der Vorderpfote - der Katze dient nicht allein der Fortbewegung, sondern erfüllt zusätzliche bedeutende Funktionen in deren Lebensweise, so z.B. beim Beutefang, bei der Abwehr des Feindes sowie beim Klettern. Die wichtigste Rolle kommt dabei dem Hervorstrecken der Krallen zu, das bei gleichzeitiger Streckung des Zehenmittelgelenks und Beugung des Zehenendgelenks durch die entsprechende Muskulatur bewerkstelligt wird. Beim Ausstrecken der Krallen spreizen sich zusätzlich die eng aneinander liegenden Zehen auseinander, so daß die Pfote breiter wird und sich ihre Wirkung damit verstärkt. Dies wird wiederum durch eine entsprechende Seitwärtsbeweglichkeit in den Zehengrundgelenken ermöglicht, die auch bei den eigenen Untersuchungen an der Hinterpfote bestätigt werden konnte. In Übereinstimmung mit BARONE (1980) sind nämlich an den Zehengrundgelenken der Katze Flexion und Extension vorherrschend, aber auch Abduktion sowie Adduktion, insbesondere an der zweiten und fünften Zehe deutlich ausgeprägt. Interessanterweise ist an der zweiten Zehe das Adduktions- und an der fünften Zehe das Abduktionsvermögen in den Zehengrundgelenken sehr groß. Da das Spreizen der Pfote zu einer Adduktion der zweiten und dritten Zehe bzw. zu einer Abduktion der vierten und fünften Zehe führt, entspricht die angegebene große Seitwärtsbeweglichkeit der Zehengrundgelenke am zweiten und fünften Strahl damit den funktionellen Gegebenheiten. SMITH (1972) und STARCK (1976) bezeichnen im Gegensatz dazu die Zehengrundgelenke der Flfr. als echte Scharniergelenke, in denen nur noch Beugung und Streckung ausgeführt werden könnten.

Laut GOSLOW et al. (1973) ist jedes Zehengrundgelenk in der Hangbeinphase zunächst etwas gebeugt, geht dann aber in deutliche Streckung über. In der Stützbeinphase wird diese noch verstärkt, während gegen Ende das Zehengrundgelenk wieder gebeugt wird. Die von ihnen gemessenen Winkelwerte innerhalb eines Bewegungszyklus liegen zwischen maximal 270 bei der Extension und maximal 140 bei der Flexion. Damit sind die Zehengrundgelenke in der Beugephase weit vom maximal möglichen Bewegungsausschlag am anatomischen Muskelpräparat entfernt, während dieser in der Extensionsphase fast erreicht wird.

Vergleicht man alle drei Gelenke eines Zehenstrahls miteinander, so weist das Zehengrundgelenk der Katze den größten Bewegungsumfang auf. Es folgen das Zehenendgelenk, bei dem Seitwärts- und Rotationsbewegungen allerdings kaum noch möglich sind, und erst an dritter Stelle das Zehenmittelgelenk, das auch bei Beugung und Streckung den Bewegungsumfang des Krallengelenks nicht erreicht. Dies entspricht der Stützfunktion, die das Zehenmittelgelenk aufgrund der besonderen Stellung der einzelnen Phalangen beim Flfr. bzw. bei der Katze für die gesamte Gliedmaße hat. In Ruhestellung ist nämlich die Phalanx proximalis annähernd horizontal, die Phalanx media fast senkrecht dazu gerichtet, so daß das Zehenmittelgelenk der Katze laut PREUSS/WÜNSCHE (1972) in dieser Stellung maximal gebeugt und belastet ist. Dabei geben sie einen Beugewinkel von 80° an.

Am Zehenendgelenk der Katze ist besonders erwähnenswert, daß die einander gegenüberliegenden Gelenkflächen zwar in Form eines Sattelgelenks gestaltet sind, durch die Schrägstellung der Facies articularis der Phalanx distalis dieses Gelenk aber funktionell zu einem Schraubengelenk wird. Bis auf GONYEA/ASHWORTH (1975), die den Ausdruck Schraubengelenk nicht gebrauchen, aber bereits auf die Schrägstellung der Gelenkfläche hinweisen, liegen dazu keine weiteren Angaben in der Literatur vor.

PREUSS/WÜNSCHE (1972) geben für den Weg, den die Krallen von der Ruhestellung bis zur maximal möglichen Beugung beim Hervorstrecken zu bewältigen hat, einen Bewegungsumfang von 155° an. Aufgrund der eigenen Untersuchungen ist jedoch festzustellen, daß dieser Umfang an den einzelnen Zehen durchaus variiert, und mindestens 140° bis maximal 192° betragen kann.

6.2.4. KRÜMMUNGSVERHALTEN DER GELENKKÖRPER

Jede Gelenkfläche, deren Krümmung entlang der Führungslinie bestimmt wurde, war unregelmäßig geformt und somit durch mehrere verschiedene Krümmungsmittelpunkte gekennzeichnet. Bei den Bewegungen in den entsprechenden Gelenken kann daher von einer Drehung um eine feststehende Achse nicht die Rede sein, sondern es wäre richtiger, gemäß PALMGREN (1922) von einem Momentachsenbündel zu sprechen. Aus didaktischen Gründen wurden aber in der vorliegenden Darstellung die Begriffe "einachsrig", "zweiachsrig" etc. beibehalten.

Die Krümmungsparameter der einander gegenüberliegenden Gelenkflächen waren an der Hintergliedmaße der Katze z.T. sehr unterschiedlich, was darauf hinweist, daß im Gegensatz zur Darstellung von FICK (1910) zwischen ihnen keine Kongruenz besteht. KNEESE (1950) sieht in der Inkongruenz der Gelenkflächen keinen Nachteil, sondern eher die Möglichkeit, die verschiedensten Bewegungen in einem Gelenk ausführen zu können, wobei der mehr oder minder konvexe Gelenkkörper durch den zweiten Gelenkteil in bestimmter Weise geführt wird. Die dabei stattfindenden Bewegungen stellen eine Kombination von Rollbewegung und Verschiebung dar und führen zu den verschiedenartigsten Bewegungsbahnen des distalen Gliedmaßenendes. Diese Bewegungsbahnen sind ungleichmäßig gekrümmt und zumeist flacher als die entsprechenden Kreisbögen, die bei Drehungen um feste Achsen entstehen würden. Die Gesamtheit dieser Bewegungsformen wird daher von KNEESE (1950)

als cycloidiforme, d.h. der Kreisbahn ähnliche Bewegungen bezeichnet.

Besonders bemerkenswert erscheint mir in diesem Zusammenhang bei der Katze die spiralförmige Krümmung der Trochlea der Phalanx media entlang der Führungslinie. Für den Einziehmechanismus der Krallen könnte dies insofern von Bedeutung sein, als die dorsal zunehmende Krümmung eine Verkleinerung des Radius, und damit eine abnehmende Spannung der Kollateralbänder in diesem Gelenk bewirkt. Das erleichtert das dorsale Rückführen der Phalanx distalis nach deren Gebrauch und bewirkt so eine Unterstützung der Ligg. dorsalia. Dies bestätigt wiederum KRÜGER (1958), der die Inkongruenz der Gelenkflächen als zweckmäßig für den Organismus bezeichnet, da sie die Anpassung der Gliedmaßenbewegungen an die Eigentümlichkeiten des Geländes und andere Faktoren, die die Fortbewegung beeinflussen, gestatte.

7. ZUSAMMENFASSUNG

1. Die mazerierten Knochen der Hinterpfoten von 6 erwachsenen Hauskatzen wurden detailliert untersucht, so daß die bisherigen Kenntnisse durch folgende Befunde ergänzt werden können:

Die Trochlea der Ossa metatarsalia II-V wird plantar durch einen Sagittalkamm zweigeteilt. An der dritten und vierten Zehe sind beide Gelenkabteilungen annähernd gleich groß, an der zweiten und fünften Zehe ist der abaxiale Abschnitt schmaler und stärker gewölbt, als der axiale.

Die Fovea articularis der Phalanges proximales ist am dritten und vierten Strahl quer, am zweiten und fünften Strahl leicht schräg gestellt. An der Basis sind die plantaren Bandhöcker der dritten und vierten Zehe gleich groß, an der zweiten und fünften Zehe ist dagegen der axiale höher als der abaxiale.

Das Korpus der Phalanges mediae ist dreiseitig und weist im distalen Drittel dorsal eine muldenförmige Vertiefung zur Aufnahme der Phalax distalis im Hyperextenionszustand auf. Die Trochlea ist lateral ausgezogen.

Die Phalanges distales (Krallenbeine) gleichen einem seitlich komprimierten, plantar abgebogenen Haken. Die Facies articularis ist mittelgradig schräg gestellt, so daß ihre Querachse von medioplantar nach laterodorsal verläuft.

Die Katze besitzt an ihren Hinterzehen II-V insgesamt 24 Sesambeine. Vorkommen und Gewebeart sind in Tabelle 1 beschrieben.

2. Der Bandapparat der Zehengelenke von 10 Katzen wurde mit folgenden Hauptresultaten präpariert:

Am Zehengrundgelenk bestehen in 11% der Fälle die Ligg. collateralia lat. und med., ein- oder auch beidseitig,

aus einer kurzen aber kräftigen Portion sowie einer zusätzlichen längeren und schmäleren Portion.

Die mittleren Sesambeinbänder der Ossa sesamoidea proximalia werden neben dem Lig. palmare und den Ligg. sesamoidea collateralia lat. und med. noch in 62% der Fälle durch Retinacula ergänzt.

Zu den distalen Sesambeinbändern gehören die Ligg. sesamoidea cruciata, die Sesambeinäste der Mm. interossei und die Ligg. sesamoidea brevia.

Der Einziehmechanismus der Krallen ist eine Funktion der Ligg. dorsalia. Die elastischen Dorsalbänder, die sich aus einem Lig. dorsale breve und den Ligg. dorsalia longa zusammensetzen, erfahren eine ihrer Bedeutung entsprechend eingehende Darstellung.

Die Verbindung der Zehen miteinander wird durch ein oberflächliches sowie zwei seitliche und ein mittleres tiefes Zehenspannband gewährleistet, das zugleich als Aufhängeband des Sohlenballens dient.

3. Die Gelenkkapolverhältnisse wurden mittels Tuscheinjektion an fünf Zehen untersucht und die Ansatzlinien der Kapseln beschrieben. Am Zehengrundgelenk ist der Recessus dorsalis bei der Katze wesentlich umfangreicher als die plantare Ausbuchtung, die in einen Recessus proximolateralis und proximomedialis zu unterteilen ist. Die Ausbuchtungen der Zehenmittel- und Zehenendgelenke stimmen mit den allgemeinen Darstellungen für den Flfr. überein.

4. Der passive Bewegungsumfang aller Gelenke der Beckengliedmaße wurde an 10 Katzen untersucht. Der Bewegungsumfang der einzelnen Gelenke ist in Kapitel 5.2. tabellarisch aufgeführt.

5. An acht Bänderpräparaten wurde der Bewegungsvorgang in den Gelenken der Hintergliedmaße analysiert. Das Hüftgelenk stellt ein dreiaxiales, Kniekehle- und Zehen-

grundgelenke dagegen zweiachsige Gelenke dar. Zehennittel- und Zehenendgelenke sind funktionell einachsig.

6. Die Krümmungsverhältnisse der Gelenkkörper entlang der Führungslinien wurden an 5 frischen Gliedmaßen ermittelt. Die untersuchten Gelenkkörper sind stets unregelmäßig geformt, so daß die einander gegenüberliegenden Gelenkflächen damit meßbar inkongruent sind. Die Meßdaten der einzelnen Gelenkflächenkrümmungen sind auch in Schnittprofilskizzen wiedergegeben.

Summary

Supplementary Investigations into the Articulationes Membri Pelvini of the Cat (*Felis silvestris f. domestica*)

1. The macerated bones of the hind paws of 6 adult domestic cats were examined in detail so that the previous knowledge can be supplemented by the following findings:

The trochlea of the ossa metatarsalia II-V is bisected plantary by a sagittal crest. At the 3rd and 4th toe, both sections of the joint are approximately the same size; at the 2nd and 5th toe, the abaxial section is narrower and more vaulted than the axial one.

The fovea articularis of the phalanges proximales is situated transversely at the 3rd and 4th toe and slightly obliquely at the 2nd and 5th toe. At the base, the plantar ligamental protuberances of the 3rd and 4th toe are of the same size, at the 2nd and 5th toe, however, the axial protuberance is higher than the abaxial one.

The corpus of the phalanges mediae is trilateral and shows a trough-like depression to receive the phalanx distalis in the state of hyperextension. The trochlea is laterally extended.

The phalanges distales resemble a laterally compressed, plantary bent hook. The facies articularis has a moderately oblique position, so that its transverse axis runs from medioplantar to laterodorsal.

The cat has all in all 24 sesamoid bones on its hind toes II-V. Table 1 shows their incidence and corresponding type of tissue.

2. The ligaments of the joints of the toe of 10 cats were dissected yielding the following results:

In 11 % of the cases, the ligamenta collateralia lat. et med. of the basic toe joint, either on one or on both sides, consist of a short but strong part as well as of an additional longer and narrower part.

The medium ligaments of the sesamoid bones of the ossa sesamoidea proximalia are supplemented apart from the ligamentum palmare and the ligamenta sesamoidea collateralia lat. and med. also by retinacula in 62 % of the cases.

The distal ligaments of the sesamoid bones consist of the ligamenta sesamoidea cruciata, the branches of the sesamoid bones of the mm. interossei and the ligamenta sesamoidea brevia.

The mechanism for the retraction of the claws is a task of the ligamenta dorsalia. The elastic dorsal ligaments, which consist of a lig. dorsale breve and the ligg. dorsalia longa are treated thoroughly according to their significance.

The interconnection of the toes is guaranteed by one surficial tensile ligament of the toe as well as by two lateral and by one median low ligament serving at the same time as suspensory ligament of the plantar torus of the foot.

The relation of the articular capsules were examined in 5 toes by means of India-ink injection, and the insertion lines of the capsules were described. At the basic toe joint, the recessus dorsalis in the cat is considerably more extensive than the plantar recess which is to be divided into a recessus proximolateralis and -medialis. The recesses of the middle and terminal toe joint are congruent with the generally-accepted representations of the carnivores.

4. The passive ranges of movement of all joints of the pelvic limbs were examined in 10 cats. The respective

ranges of movement of the individual joints are listed in tables in chapter 5.2..

5. In 8 ligament specimens, the process of movement in the joints of the hind limbs was analyzed. The hip joint represents a triaxial joint; the popliteal joint and the basic joints of the toes, however, are biaxial joints. The middle and terminal toe joints are functionally monoaxial.

6. The curvature relations of the corresponding articular surfaces along the guideways were determined in non-fixed joints. The articular surfaces examined are always irregularly formed so that the opposite articular surfaces are thus measurably incongruent. The measured data for the individual curvatures of the articular surfaces are represented in section drawings.

8. LITERATURVERZEICHNIS

- ABEY, C. (1863): Die Sphäroidgelenke der Extremitäten-gürtel.
Z. rationelle Medizin, III. Reihe,
Bd. 17, 204-208
- ALKSNIS, A. (1938): Röntgen-anatomische Studie über
normale Gelenke beim Pferd, beim Hund und
bei der Katze.
Latvijas Universitātes Raksti (Acta
Universitatis Latviensis), II. Sejums (Tomus),
No. 1, 6-51.
- ARNOCZKY S.P. und J.L. MARSHALL (1977): The cruciate
ligaments of the canine stifle: An anatomical
and functional analysis.
Am. J. Vet. Res. 38, No.11, 1807-1814.
- BADOUX, D.M. (1984): The geometry of the cruciate
ligaments in the canine and equine knee
joint, a Tchebychev Mechanism.
Acta anat. 119, 60-64.
- BARONE, R. (1980): Anatomie comparée des mammifères
domestiques, Tome 2: Arthrologie et myologie,
deuxième édition.
Vigot; Paris.
- BAUM, H. und O. ZIETZSCHMANN (1936): Handbuch der
Anatomie des Hundes, Bd. I, 2. Auflage.
Verlag Paul Parey, Berlin
- BLÜML, U. (1983): Anatomische und funktionelle
Betrachtungen zum Sprunggelenk der
Katze (*Felis catus*).
Diss. med. vet., München

- BOAS, I.E.V. (1909): Der Fuß der Carnivoren.
Zool. Anzeiger 34, 524.
- BÖHMER, E. (1985): Beckenfrakturen und Luxationen bei der Katze in den Jahren 1975 -1982.
Diss. med. vet., München.
- BOOTH, E.S. und R.B. CHIASSON (1967): Laboratory anatomy of the cat.
Brown, Dubuque-Iowa.
- BOURDELLE, E. und C. BRESSOU (1953): Anatomie Regionale des Animaux Domestiques, IV, Carnivores: Chien et chat.
Baillière, Paris.
- BRESSOU, C.; N.A. POMRIASKINSKY-KOBOZIEFF u. N. KOBOZIEFF (1959): Etude radiologique de l'ossification de squelette du pied du chat aux divers stades de son évolution, de la naissance a l'age adulte.
Rec. Med. Vet. CXXXV, 610-623.
- BRUGGER, S. (1987): Funktionell-anatomische Untersuchungen an den Articulationes membri thoracici der Hauskatze (*Felis catus* s. *Silvestris domestica*).
Diss. med. vet., München.
- BRÜHL, C. (1851): Der Spannbandapparat der großen Sohlenballen beim Hunde.
Vierteljahresschrift f. wissenschaftliche Veterinärkunde, 90-98.
- BRUNNER, D. (1983): Zur Technik der Gelenkvermessung an den Gliedmaßengelenken des Kalbes.
Diss. med. vet., München

- CHAVEAU, A. und S. ARLOING (1903): Traité d'anatomie comparée des animaux domestiques, Tome 1, Appareil de la Locomotion, 5. Édition. Librairie Baillière, Paris.
- CANTUEL, P. (1955): Remarques sur le squelette d'un chat sauvage *Felis sylvestris* Schreber. *Mammalia* 19, 470-477.
- CROUCH, J.E. (1969): Text - Atlas of Cat Anatomy. Lea and Febiger, Philadelphia.
- DETELS, A. (1983): Das Giedmaßenskelett des Dackels (Dachshundes, Teckels). Diss. med. vet., München.
- DOBBERSTEIN, J. und G. HOFFMANN (1961): Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, Bd. 1, Bewegungsapparat, 2. Auflage. Verlag Hirzel, Leipzig.
- DRAHN, F. (1925): Der sesamoide Unterstützungsapparat der Patella beim Hunde. Ber. Tierärztl. Wochenschr. 41, 546-568.
- DRAHN, F. (1926): Die suprapatellaren Bildungen bei der Katze. Ber. Tierärztl. Wochenschr. 42, 257-260.
- EHLER, E. (1959): Beitrag zum Aufbau der Hüftpfanne bei Säugetieren und Mensch. Anat. Anz. 107, 145-165.
- ELLENBERGER, W. und H. BAUM (1901): Handbuch der Anatomie der Tiere für Künstler, Bd. 1, Anatomie der Tiere. Dieterichsche Verlagsbuchhandlung, Leipzig.

- ELLENBERGER, W. und H. BAUM (1908): Handbuch der Anatomie der Tiere für Künstler, Bd. 3, Anatomie des Löwen.
Dieterichsche Verlagsbuchhandlung, Leipzig.
- EVANS, H.E. und A. DE LAHUNTA (1971): Miller's Guide to the dissection of the dog.
Saunders & Co., Philadelphia-London-Toronto.
- EVANS, H.E. und C. CHRISTENSEN (1979): Millers Anatomy of the Dog. 2. Edition
Saunders & Co., Philadelphia-London-Toronto.
- EWER, R.F. (1973): The Carnivores.
Cornell University Press, Ithaca-New York.
- FIELD, H.E. und M.E. TAYLOR (1969): An Atlas of cat anatomy, 2. Edition.
University of Chicago Press, Chicago - London.
- FICK, R. (1904): Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke unter Berücksichtigung der bewegenden Muskeln, Teil I, Anatomie der Gelenke.
Fischer Verlag, Jena.
- FICK, R. (1910): Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke, Teil II, Allgemeine Gelenk- und Muskelmechanik.
Fischer Verlag, Jena.
- FOSTER, S.J. UND N.G. FOWLER (1971): Declawing the domestic cat: the Technique of Onychectomy.
Vet. Rec. 88, 68-72.
- FRANCK, L. (1892): Handbuch der Anatomie der Haustiere.
Verlag Schickhart und Ebner, Stuttgart.

- GAFFREY, G. (1961): Merkmale der wildlebenden Säugetiere
Mitteleuropas
Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig,
Leipzig.
- GILBERT, S.G. (1968): Pictorial anatomy of the cat.
University of Washington Press, Seattle-London.
- GINSBURG, L. (1961): Plantigrade et digitigrade chez les
carnivores fissipèdes.
Mammalia 25, 1-21.
- GONYEA, W.J. (1975): Adaptive differences in the body
proportions of large felids.
Acta anat. 96, 81-96.
- GONYEA, W.J. (1978): Functional implications of felid
forelimb anatomy.
J. Linn. Soc. Zool. 41, 259-271.
- GONYEA, W.J. und R. ASHWORTH (1975): The form and
function of retractile claws in the Felidae
and other representative carnivorans.
J. Morph. 145, 229-238.
- GOSLOW, G.E.; J.R.M. REINKING und D.G. STUART (1973):
The cat step cycle: hindlimb joints angles and
muscle lengths during unrestrained locomotion.
J. Morph. 141, 1-42.
- GURLT, E.F. (1843): Handbuch der vergleichenden Anatomie
der Haussäugetiere, 1. Band, 3. Auflage.
Verlag Logier, Berlin.
- HAGENBUCH, K. (1938): Das Sprunggelenk des Rindes, Bau
und Bewegungsart.
Diss. med. vet., München.

- HALL, E.R. (1981): The mammals of North America, Vol. II,
2. Edition.
Wiley , New York-Chichester-Brisbane-Toronto.
- HARMS, C. (1870): Ein viertes Knochenpaar am Becken des
Hundes und der Katze.
Wschr. für Thierheilkunde und Viehzucht,
14. Jahrgang, Nr. 30, 233.
- HARRISON, B.M. (1966): Dissection of the cat (and
comparison with man). A laboratory manual
on *Felis domestica*.
5. Edition.
Mosby Company, Saint Louis.
- HENKE, W. (1863): Handbuch der Anatomie und Mechanik der
Gelenke.
Verlag Winter, Leipzig - Heidelberg.
- HENRICSON, B.; I. NORBERG und S.E. OLSSON (1965):
Hüftgelenksdysplasie beim Hund.
Nord. Vet.- Med. 17, 118-131.
- HENSCHEL, E. (1983): Das Hüftgelenk von Hund und Katze -
eine Enarthrosis?
Tierärztl. Praxis 11, 345-348.
- HERRON, M.R. (1967): Declawing the cat.
Mod. vet. Pract., Vol. 48, No. 9, 40-43.
- HILZHEIMER, M. (1915) in: BREHM/HECK/HILZHEIMER
Brehms Tierleben, Allgemeine Kunde des
Tierreichs, Bd. 12, 4. Auflage,
Die Säugetiere, Bd. 3.
Verlag des Bibliographischen Instituts,
Leipzig - Wien.

- HILZHEIMER, M. (1921): Die systematische Stellung von *Felis spelaea* Goldf.. Zugleich ein Beitrag zur vergleichenden Osteologie von Löwe und Tiger. Sitzungsber. Ges. nat. Freunde, Berlin, 11-24.
- HOPWOOD, A.T. (1945): Contributions to the study of some African mammals, III. Adaptions in the bones of the forelimb of the lion, leopard and cheetah. J. Linn. Soc. Zool. 41, 259-271.
- HORCLOIS, J.P. (1946): Le chat: Morphologie, Exterieur, Esthetique. Faculté de Médecine de Créteil. Diss. med. vet., Paris.
- HORVATH, A. (1983): Röntgenanatomische Untersuchungen zur postnatalen Entwicklung des Hintergliedmaßen-skeletts der Hauskatze (*Felis catus*). Diss. med. vet., München.
- HUGHES, H.V. und J.W. DRANSFIELD (1953): Mc Fadyean's Osteology & Arthrology of the domesticated animals, 4. Edition. Baillière, Tindall and Cox, London.
- KADLETZ, M. (1932): Anatomischer Atlas der Extremitäten-gelenke von Pferd und Hund. Urban & Schwarzenberg, Berlin - Wien.
- KEALY, J.K. (1981): Röntgendiagnostik bei Hund und Katze. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- KELSON, R.K. (1946): Adaptive differences in the body proportions of large felids. Acta anat. 96, 81-96.

- KNEESE, K.H. (1950): Die Bewegungen auf einer Führungsfläche als Grundlage der Gelenkbewegungen, dargestellt am Schultergelenk.
Z. Anat. Entw.- gesch., 115, 115-161.
- KNEESE, K.H. (1950): Kinematik der Gliedbewegungen, dargestellt an Hüft - und Ellenbogengelenk.
Z. Anat. Entw.- gesch., 115, 162-223..
- KNEESE, K.H. (1950): Kinematik des Kniegelenkes.
Z. Anat. Entw.- gesch., 115, 471-512.
- KNIEPKAMP, W. (1926): Die Gelenke der Tigerhand.
Z. mikr. anat. Forsch. 5, 722-747.
- KOCH, T. (1960): Lehrbuch der Veterinär-Anatomie,
Bd. I, Bewegungsapparat.
Fischer Verlag, Jena.
- KÖHLER, A.A. (1902): Untersuchungen über die Phalangenbänder der Haustiere und das Vorkommen der Sesambeine an den Zehen der Fleischfresser.
Diss. med. vet., Berlin.
- KOLWE, E. (1920): Über Pronation und Supination bei der Katze
Diss. med. vet., München.
- KRÖLLING, O. (1935): Demonstration der Mechanik der Katzenkrallen.
Wien. tierärztl. Mschr. 22, 280.
- KRÜGER, W. (1958): Der Bewegungsapparat.
Kükenthals Handbuch der Zoologie, Bd.8,
13. Lieferung, Teil 6, Beitrag 1, 1-80.
De Gruyter, Berlin.

- KUMMER, B. (1959): Bauprinzipien des Säugetierskelettes.
Thieme Verlag, Stuttgart.
- LANGE, W. (1970): Die Mm. interossei der Katze.
Diss. med. vet., Berlin.
- LATIMER, H.B. (1936): Weights and linear measurements of
the adult cat.
Am. J. Anat. 58, 329-347.
- LEACH, W.J. (1952): Functional anatomy of the mammals.
A guide to the dissection of the cat and an
introduction to the structural and functional
relationship between the cat and man,
2. Edition.
McGraw-Hill Book Company, Inc., New York-Toronto
- MANDAL, A.K. (1973): Comparative morphological
investigations on the girdles and limb
bones of the genus Panthera (Oken).
Rec. Zool. Sur. India 67, 139-147.
- MANDAL, A.K. UND S.K. TALUKDER (1975): Skeletal
differences in the appendicular skeleton of the
lynx and the caracal, (Felidae, Carnivora),
in the relation to ecology.
Anat. Anz. 113, 447-453.
- MANTER, J.T. (1938): The dynamics of quadrupedal walking.
J. Exp. Biol. 15, 522-540
- MARTIN, P. (1912): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere,
Bd. I, Allgemeine und vergleichende Anatomie
mit Entwicklungsgeschichte, 2. Auflage.
Verlag von Schickhart und Ebner, Stuttgart.

- MARTIN, P. (1919): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bd. III, Vergleichende Anatomie des Bewegungsapparates der Haussäuger und des Menschen und Anatomie der Wiederkäuer.
Verlag von Schickhart und Ebner, Stuttgart.
- MC CLURE, R.C.; M.J.DALLMAN und P.D.GARETT (1973):
Cat Anatomy.
Lea and Febiger, Philadelphia.
- MIVART, S.G. (1881): The Cat. An introduction to the study of backboned animals especially mammals.
Murray, London.
- MORITZ, A. (1960): Die supra- und parapatallaren Ansatzbildungen beim Hund.
Wien. tierärztl. Mschr. 47,
Festschrift Schreiber, 257-260.
- MÜLLER, C. (1896) In: ELLENBERGER/MUELLER
Anatomie der Haustiere, 8. Auflage.
Verlag von Hirschwald, Berlin.
- MUYBRIDGE, E. (1902): Animals in Motion.
Chapman & Hall, London.
- NICKEL, R.; A. SCHUMMER, K.H. WILLE und H. WILKENS (1984)
Passiver Bewegungsapparat. In: NICKEL/SCHUMMER/
SEIFERLE, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere,
Bd. I, Bewegungsapparat, 5. Auflage.
Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg.
- NOMINA ANATOMICA VETERINARIA (1983): Internationale Vet.
Anat. Nomenklaturkommission, 3. Auflage.
Ithaca, New York.

- O'CONNOR, B.L. und MC CONNAUGHEY, J.S. (1978): The structure and innervation of cat knee menisci, and their relation to a sensory hypothesis of meniscal function.
Amer. J. Anat. 153, 431-442.
- OTTAWAY, C.W. (1940): The dorsal sesamoid of the dog.
Vet. J. 96, 373-374.
- PALMGREN, H.C. (1928): Zur Kenntnis der sogenannten Schnappgelenke.
Z. Anat. Entw.-gesch. 88, 710-745
- PARSONS, F.C. (1900): The joints of mammals as compared to man, II. Joints of the hind limb.
J. Anat. Physiol. 34, 301-323.
- POPESKO, P. (1979): Atlas der topographischen Anatomie der Haustiere, Bd. III, Becken und Gliedmaßen.
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- PREUSS, F. und A. WÜNSCHE (1972): Zur Mechanik der Katzenkrallen.
Zoologische Beiträge 18, 1.Heft.
Duncker & Humblot, Berlin
- PREUSS, F. und A. WÜNSCHE (1974): Über einige neue Kapselkörper an den Schweinezeihen und andere Gleitdruckstrukturen bei verschiedenen Species, zugleich ein Beitrag zur Sesambeinfrage und zur Interosseusfrage.
Fortschritte Vet.Med. 21, 1-80.
- PROSE, L.P. (1984): Anatomy of the knee joint of the cats.
Acta anat. 119, 40-48.

- REIGHARD, J. und H.S. JENNINGS (1953): Anatomy of the cat,
3. Edition.
Holt, Rinehart and Winston, New York-Chicago.
- REINSFELD, R. (1932): Die Mechanik des Kniegelenkes
vom Rinde.
Diss. med. vet., München.
- REITTERER, E. (1918): Origine, structure et évolution des
sésamoides dorsaux des doigts du chien.
Compt. R. Soc. Biol. 81, 284-287.
Zitiert nach Jber. Vet. Med. 38, 106.
- REITTERER, E. (1918): Des caractères distinctifs de la
main humaine et de la patte du chien et du
lion.
Compt. R. Soc. Biol. 81, 702-705.
Zitiert nach Jber. Vet. Med. 38, 106.
- REITTERER, E. und H. NEUVILLE (1918): Des sésamoides
dorsaux des doigts du lion et du chat.
Compt. R. Soc. Biol. 81, 353-356.
- REITTERER, E. und H. NEUVILLE (1918): Des sésamoides, de la
gaine et des tendons des fléchisseurs du lion.
Compt. R. Soc. Biol. 81, 630-633.
- RICIUTTI, E.R. (1979): Wilde Katzen.
Jahr-Verlag KG., Hamburg.
- RISER, W.H. (1973): The dog as a model for hip dysplasia.
Some aspects of growth, form, and development
of the normal and dysplastic hip joint.
Diss. med. vet., Bern.

- RUSSE, O.A.; J.J. GERHARDT und O.J. RUSSE. (1982):
Taschenbuch der Gelenkmessung mit Darstellung
der Neutral-Null-Methode und SFTR-Notierung,
2. Auflage.
Verlag Huber, Stuttgart-Bern.
- ROBERTS A. (1954): The mammals of South Africa,
2. Edition.
"The mammals of South Africa" Book Fund.
- SCHAEFFER, H. (1932): Die Ossifikationsvorgänge im Glied-
maßenskelett der Hauskatze.
Morph. Jahrb. 70, 548-600
- SCHEBITZ, H. und H. WILKENS (1986): Atlas der Röntgen-
anatomie von Hund und Katze, 4. Auflage.
Verlag Paul Parey, Berlin-Hamburg
- SCHRAML O. (1931): Untersuchungen am Carpalgelenk des
Rindes.
Diss. med. vet., München.
- SCHREIBER, J. (1947): Beiträge zur vergleichenden
Anatomie und zur Mechanik des Kniegelenks.
Wien. tierärztl. Mschr. 34, 725-744.
- SCHWARZE, E. (1960): Kompendium der Veterinär-Anatomie,
Bd. I, Einführung in die Veterinär-Anatomie,
Bewegungsapparat.
Fischer Verlag, Jena.
- SHIVELY, M.J. (1977): Normal radiographic anatomy of the
feline pelvic limb.
Southw. Vet. Vol.30, No.3., 291-297.
- SHIVELY, M.J. (1983): Anatomic comparison of cats and
dogs.
Vet. Med. Small Anim. Clin. 78, 901-905.

- SHIVELY, M.J. (1984): Veterinary Anatomy,
basic, comparative and clinical.
University Press, Texas.
- SHIVELY, M.J. und B.G. BEAVER (1985): Dissection of the
dog and cat.
Iowa State University Press, Ames.
- SIS R.F. und R. GETTY (1968): Normal radiographic anatomy
of the cat.
Vet. Med. Small Anim. Clin. 63, 475-492.
- SISSON, S. (1975) In: Sisson and Grossman's, The Anatomy
of the Domestic Animals, Volume 2, 5. Edition.
Saunders Company, Philadelphia-London.
- SMITH, R.N. (1972): Anatomy and physiologie of dog and
cat. In: PINNINGER, R.S., Jones's animal nursing
Pergamon Press, Oxford-New York.
- STARCK, D. (1979): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere
auf evolutionsbiologischer Grundlage, Bd. 2,
Das Skelettsystem.
Springer Verlag, Berlin-Heidelberg.
- STOSS, A.O. (1923): Anatomie und Kinematik der Pferde-
extremitäten.
Z. Anat. Entw.- gesch. 69, 5-31.
- STRASSER, G. (1908): Lehrbuch der Muskel- und Gelenk-
mechanik.
Springer Verlag, Berlin.

- STRAUS-DURCKHEIM, H. (1845): Anatomie descriptive et comparative du chat, type des mammifères en général et des carnivores en particulier, Tome 1, L'Ostéologie.
L'Auteur, Paris.
- STRAUS-DURCKHEIM, H. (1845): Anatomie descriptive et comparative du chat, type des mammifères en général et des carnivores en particulier, Tome 2, La Syndesmologie et La Myologie.
L'Auteur, Paris.
- STROMSTEN, F.A. (1947): Davison's Mammalian Anatomy with special reference to the cat, 7. Edition.
Blakiston Company, Philadelphia-Toronto.
- STUHLLENMILLER, M. (1922): Untersuchungen am Hüftgelenk des Rindes.
Diss. med. vet., München.
- SUSSDORF, M. (1895): Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, Bd. I.
Enke Verlag, Stuttgart.
- TAYLOR, W. und R. WEBER (1965): Functional Mammalian Anatomy (with special reference to the cat).
Nostrand Company, Inc., Princeton-New Jersey.
- THIES, D. (1977): 62 Katzen in Farbe, 2. Auflage.
Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- ULMER M.J.; R.E. HAUPT und E.A. HICKS (1971): Anatomy of the cat. An Atlas and Dissection Guide.
Harper & Row, New York-San Francisco.
- VIRCHOW, H. (1926): Mechanik der Tigerzehen.
Z. Säugetierkunde 1, Heft 1, 64-89.

- VOLLMERHAUS B. und H. ROOS (1985): Anwendung des Standard-Goniometers zur Gelenkmessung und Notierung der Gelenkbewegung beim Tier. Tierärztl. Praxis Suppl. 1, 20-25.
- WALKER, W.J. (1972): A study of the cat, with references to human beings. Saunders, Philadelphia.
- WEBER, M. (1928): Die Säugetiere. Einführung in die Anatomie und Systematik der recenten und fossilen Mammalia, Bd. II, Systematischer Teil. Fischer Verlag, Jena.
- WISSDORF, H. und K.L. LOEFFLER (1964): Das Kniegelenk der Katze - anatomische Grundlagen und Röntgenbefunde. Kleintierpraxis 9, 104-113.
- YALDEN, D.W. (1970): The functional morphology of the carpal bones in carnivores. Acta anat. 77, 481-500.
- ZIETZSCHMANN, O. (1943) In: ELLENBERGER/BAUM, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, 18. Auflage. Springer Verlag, Berlin.
- ZIMMERMANN, A. (1933): Zur vergleichenden Anatomie des Kniegelenkes. M. J. 71, 589-596.
- ZIMMERMANN, A. (1933): A térdtajek incsontjairól. Über die Sesambeine der Kniegegend. Állattani Közlemények XXX, 109-118.

ZIMMERMANN, A. (1934): Vergleichende anatomische Untersuchungen über die Vesalius'schen Sesambeine.
Anat. Anz. (Erg.- Heft) 78, 233.

ZIMMERMANN, A. (1958): Über die Sehnenbeine.
Acta Veterinaria, Acad. Sci. Hung. 8, 137-142.

ZIMMERMANN, G. (1933): A macska incsontjairól.
Über die Sehnenbeine der Katze.
Állatorvosi Lapok, LVI, 16, 214-216.

ZIMMERMANN, G. (1934): A macska csontjairól.
Die Knochen der Katze.
Állattani Közlemények XXXI, 25-42.

DANKSAGUNG

Herrn Professor. Dr. B. Vollmerhaus sei für die Überlassung des Themas und die jederzeit großzügige und hilfreiche Unterstützung meiner Arbeit sehr herzlich gedankt.

In meinen Dank einschließen möchte ich alle Mitarbeiter des Instituts für Tieranatomie I, insbesondere Frau Dr. H. Roos, die mich als Doktorand einführte und betreute.

LEBENS LAUF

Name: Astrid Quecke
geboren: 6. November 1955 in Hamburg
Eltern: Dr. jur. Günter Quecke
Gisela Quecke geb. Behncke (Ober-
studienrätin)
1962-1966 Volksschule, Hamburg/Jenfeld
1966-1974 Charlotte-Paulsen-Gymnasium,
Hamburg/Wandsbek
11.6.1974 Reifeprüfung am o.g. Gymnasium
1.8.1974-31.1.1975 Freiwilliges soziales Jahr beim DRK,
Hamburg
1.2.1975-31.1.1978 Ausbildung als Krankenschwester am
Krankenhaus Wandsbek, Hamburg
1.2.1978-31.8.1978 Krankenschwester am o.g. Krankenhaus
1.9.1978-30.9.1979 Krankenschwester im Bezirksspital
Uster/Schweiz
WS 1979/80-SS 1985 Studium der Tiermedizin an der
Ludwig-Maximilian-Universität,
München
5.8.1985 Dritter Abschnitt der tierärztlichen
Prüfung
1.1.1986-28.2.1986 Wissenschaftliche Hilfskraft am
Institut für Tieranatomie I
Ab 1.5.1986 Wissenschaftliche Angestellte am o.g.
Institut

